

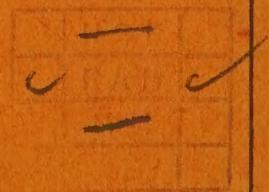
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

AVIS AUX LECTEURS

Les services de l'Institut National de la Recherche Agronomique sont transférés 149, rue de Grenelle, Paris-VII^e (tél. INV 41-09).

La liste des Annales publiée par l'Institut s'établit comme suit au 1^{er} janvier 1960 :

ANNALES AGRONOMIQUES. — Agronomie générale et science du sol — couverture crème — 6 fascicules par an d'environ 120 pages.

ANNALES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Couverture bleue — 4 fascicules par an d'environ 50 pages.

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES. — Couverture verte — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

ANNALES DES ÉPIPHYTIES. — Couverture rouge — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

ANNALES DE L'ABEILLE. — Couverture ocre — 4 fascicules par an d'environ 80 pages.

ANNALES DE ZOOTECHNIE. — Couverture jaune — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE. — Couverture grise — 4 fascicules par an d'environ 120 pages.

Une nouvelle série sera publiée à partir de juillet 1960 : **LES ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE ET BIOPHYSIQUE.**

(Voir en page 3 de la couverture les conditions nouvelles d'abonnement.)

PUBLICATIONS RÉCENTES :

LA PHYSIOLOGIE DE L'INSECTE : Les grandes fonctions, le comportement, écophysiologie, par R. Chauvin. Un fort volume relié de 918 pages..... 35 NF ; Franco 38 NF

LA PHYSIOLOGIE DU VER A SOIE, par J.-M. Legay. Une plaquette brochée 8 NF ; Franco 8,50 NF

Les commandes d'ouvrages doivent être adressées au Régisseur des publications, 149, rue de Grenelle Paris-VII^e.

Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des publications, par virement postal, à son compte courant : Paris 9064-43 ou par bons U.N.E.S.C.O.

ÉLIMINATION DES RÉACTIONS NON SPÉCIFIQUES AU COURS DU DIAGNOSTIC SÉROLOGIQUE DES VIRUS DE LA TOMATE

PAR

D. SUTIC

Station centrale de Pathologie végétale, Versailles.

Dans le but de déterminer la présence de divers virus sur la tomate, nous avons effectué au cours de l'été 1957, de nombreux tests sérologiques avec les jus des feuilles de cette plante.

En effectuant ces tests nous avons constaté un brunissement du jus et l'apparition de précipités non spécifiques dans les préparations sérologiques. Ces phénomènes et leurs conséquences nuisibles ont déjà été décrits par divers auteurs chez certaines plantes (2, 3, 6, 7, 8).

Le brunissement du jus, provoqué par son oxydation, entraîne la dénaturation et la précipitation de protéines et de virus.

L'apparition de précipités non spécifiques dans les préparations sérologiques empêche de distinguer la réaction spécifique : antigène-anticorps.

Dans le but de nous débarrasser de ces inconvénients, nous avons essayé d'extraire le jus de tomate en présence de réactifs différents, déjà employés pour l'extraction des jus d'autres plantes (1, 4, 5, 6). Le bisulfite de sodium, le sulfite de sodium, sont connus comme agents réducteurs et le cyanure de potassium, comme inhibiteur des enzymes d'oxydation β.

Les concentrations et combinaisons suivantes ont été essayées :

Bisulfite de sodium : 3 p. 100.

Sulfite de sodium : 0,5 p. 100 et 0,25 p. 100.

Sulfite de sodium : 0,25 p. 100 + cyanure de potassium 1 p. 1000.

Dans les essais préalables nous avons constaté que les solutions de sulfite de sodium empêchent d'une façon plus efficace le brunissement du jus. Le jus de tomate, extrait dans ces solutions, était de coloration verte et conservait cette coloration après 48 heures au laboratoire. Les

jus, extraits dans d'autres réactifs présentaient, au contraire, une oxydation partielle ou totale.

Cependant, tous ces réactifs n'empêchaient pas la formation de précipités non spécifiques dans les préparations sérologiques et ne permettaient donc pas la lecture des réactions.

Supposant que ces précipités sont dus en partie aux protéines normales de la plante, nous avons essayé de les éliminer à l'aide de phosphate disodique.

Afin d'utiliser également les avantages mentionnés du sulfite de sodium, nous avons préparé un milieu d'extraction combiné : sulfite de sodium + phosphate disodique. Le jus de tomate extrait en présence de cette solution, a donné dans les essais préliminaires des résultats satisfaisants tant pour le brunissement du jus, que pour les réactions sérologiques.

Parmi les divers stabilisateurs employés, le sulfite de sodium et le réactif combiné, s'étant révélés les meilleurs, nous avons étudié en détail leur comportement dans l'extraction du jus de tomate.

EXTRACTION DU JUS DE TOMATE EN PRÉSENCE DU SULFITE DE SODIUM ET SULFITE DE SODIUM + PHOSPHATE DISODIQUE

Méthode et matériel

Pour l'extraction du jus de tomate nous avons utilisé une solution à 0,5 p. 100 de sulfite de sodium et 0,5 p. 100 sulfite de sodium + 1,5 p. 100 phosphate disodique. Comparativement nous avons fait la même extraction de jus dans l'eau ordinaire. Les jus ainsi obtenus ont été étudiés pour les plantes des champs et pour les plantes de serre. Les analyses sérologiques des tomates des champs ont été effectuées au cours des mois d'août à octobre sur les plantes de la Station d'Amélioration des Plantes de l'I. N. R. A.. Les analyses de tomates de serre ont été faites au mois de novembre sur les plantes ayant un développement semblable à celles des champs.

Sur chaque plante de tomate étudiée, nous avons fait séparément des extraits des feuilles inférieures, moyennes et supérieures. Pour l'extraction nous avons toujours utilisé 2 grammes de feuilles, qui ont été broyées au mortier dans 2 ml de réactif. Le réactif combiné a été employé dans la relation : 1 ml 0,5 p. 100 sulfite de sodium + 1 ml 1,5 p. 100 phosphate disodique. Le jus ainsi extrait était clarifié par une centrifugation à 3900 g pendant 15 minutes.

Les microréactions sérologiques ont été observées au microscope à fond noir. Dans ces réactions nous avons utilisé les sérum anti virus de

la Mosaïque du Tabac, anti-virus I du concombre, anti X et anti Y de la pomme de terre (1). Les réactions témoins étaient faites avec du sérum normal. Les résultats définitifs ont été notés après une incubation de 30 minutes.

Résultats

Dans le jus de tomate, extrait en présence des réactifs mentionnés, nous avons étudié le brunissement du jus et l'apparition des précipités non spécifiques dans les préparations sérologiques. Nous avons fait également le dosage du virus dans le jus extrait en présence des mêmes milieux d'extraction.

Le brunissement du jus. — Toutes les analyses effectuées avec les feuilles de tomates, inférieures, moyennes et supérieures, ont montré que le brunissement apparaissait dans le jus extrait en présence d'eau.

Les réactifs sulfite de sodium et sulfite de sodium + phosphate disodique, ont montré une valeur égale dans l'inhibition du brunissement. Leur activité en ce sens, a varié des feuilles inférieures aux supérieures.

Chez les feuilles inférieures, ils n'ont empêché que partiellement le brunissement, et le jus extrait présentait souvent la même coloration que le jus extrait dans l'eau. Chez les feuilles moyennes, ils ont empêché presque totalement le brunissement du jus. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec ces solutions employées pour l'extraction du jus des feuilles supérieures. Dans cette partie de la plante il n'y avait pas de brunissement et le jus présentait une coloration claire. Le jus des jeunes tomates cultivées en serre, extrait dans les mêmes réactifs, se comportait de façon identique aux feuilles supérieures.

Il faut noter que ces résultats n'ont été obtenus qu'avec des feuilles de tomates malades broyées en présence des réactifs. Si les feuilles sont broyées séparément et mélangées ensuite aux réactifs, le résultat est négatif.

Précipitations non spécifiques dans les préparations sérologiques

Nous avons étudié l'apparition des précipités non spécifiques des jus extraits dans l'eau et dans les réactifs cités ci-dessus. Ces précipités ont été observés dans les préparations suivantes : jus des plantes malades + sérum spécifique, le même jus seul (témoin) et le même jus + sérum normal (témoin).

(1) Les immunserums employés nous ont été fournis par M^{me} AUGIER de MONTGREMIER.

Le jus des plantes malades avec le sérum spécifique a toujours donné une réaction positive. Mais, on observait qu'il s'y ajoutait quelquefois des précipités non spécifiques que l'on retrouvait dans les préparations de jus seul (témoin) et dans du jus seul + sérum normal (témoin).

Ces précipités nons spécifiques varient en forme, en coloration et en

TABLEAU I
Précipitation du jus de tomates de champs

Plante	Serum anti	Jus des feuilles broyées dans :					
		L'eau		0,5 % Sulfite de sodium		0,5 % Sulfite de sodium + 1,5 % phosphate disodique	
		Jus + sérum	Jus seul	Jus + sérum	Jus seul	Jus + sérum	Jus seul
A. — Jus extrait des feuilles inférieures.							
1	M. T. V.	+	—	+	—	+	—
2		+	+	+	+	+	—
3		+	—	+	—	+	—
4		+	+	+	+	+	+
5		+	+	+	+	+	—
6		+	+	+	+	+	—
7		+	+	+	—	+	+
8		+	+	+	+	+	—
9		+	+	+	+	+	—
10		+	—	+	+	+	—
11		+	+	+	—	+	—
12		+	—	+	—	+	—
13		+	—	+	—	+	—
B. — Jus extrait des feuilles moyennes.							
1	M. T. V.	+	+	+	—	+	—
2		+	+	+	+	+	—
3		+	+	+	+	+	—
4		+	+	+	+	+	—
5		+	—	+	+	+	—
6		+	—	+	+	+	—
7		+	+	+	+	+	—
8		+	—	+	+	+	—
9		+	+	+	+	+	—
10		+	+	+	—	+	—
11		+	+	+	—	+	—
12		+	—	+	—	+	—
13		+	+	+	—	+	—
C. — Jus extrait des feuilles supérieures.							
1	M. T. V.	+	+	+	+	+	—
2		+	—	+	+	+	—
3		+	+	+	+	+	—
4		+	+	+	+	+	—
5		+	—	+	+	+	—
6		+	—	+	+	+	—
7		+	—	+	—	+	—
8		+	—	+	+	+	—
9		+	+	+	—	+	—
10		+	+	+	—	+	—
11		+	—	+	—	+	—
12		+	—	+	—	+	—
13		+	—	+	—	+	—

consistance. Dans certains cas ils sont fragiles et se dispersent sous une légère pression exercée sur la lamelle. Cette sorte de flocculation ne se distingue pas de l'aspect d'une flocculation spécifique : antigène-anticorps.

Dans d'autres cas et d'une façon plus générale le précipité non spécifique se manifeste sous une forme plus compacte, irrégulière et

TABLEAU II
Précipitation du jus de tomates de serre

Plante	Serum anti	Jus des feuilles broyées dans :					
		L'eau		0,5 % Sulfite de sodium		0,5 % Sulfite de sodium + 1,5 % phosphate disodique	
		jus + serum	jus seul	jus + serum	jus seul	jus + serum	jus seul
A. — Jus extrait des feuilles inférieures.							
1	Virus de la Mosaïque du Tabac (V M T)	+	—	+	—	+	—
2		+	+	+	+	+	+
3		+	+	+	+	+	+
4	Virus <i>x</i>	+	—	+	—	+	—
5		+	—	+	—	+	—
6	Virus 1 du concombre	+	—	+	—	+	+
7		+	+	+	+	+	+
8		+	—	+	—	+	—
9	Virus γ	+	—	+	+	+	+
10		+	—	+	—	+	—
B. — Jus extrait des feuilles moyennes.							
1	V M T	+	—	+	—	+	—
2		+	+	+	+	+	—
3		+	—	+	+	+	+
4	Virus <i>x</i>	+	—	+	—	+	—
5		+	—	+	—	+	—
6	Virus 1 du concombre	+	—	+	+	+	—
7		+	+	+	+	+	—
8		+	—	+	—	+	—
9	Virus γ	+	+	+	—	+	—
10		+	—	+	—	+	—
C. — Jus extrait des feuilles supérieures.							
1	V M T	+	—	+	—	+	—
2		+	—	+	—	+	—
3		+	—	+	—	+	—
4	Virus <i>x</i>	+	—	+	—	+	—
5		+	—	+	—	+	—
6	Virus 1 du concombre	+	+	+	+	+	—
7		+	—	+	—	+	—
8		+	—	+	—	+	—
9	Virus <i>x</i>	+	—	+	—	+	—
10		+	+	+	—	+	—

d'une coloration plus blanche et brillante. Cette sorte de floculation bien qu'étant gênante, se distingue plus clairement des précipitations spécifiques surtout pour un œil exercé.

En étudiant l'apparition de ces précipitations, nous avons obtenu les résultats indiqués aux tableaux I et II.

Les précipités non spécifiques sont indiqués sur ces tableaux à la colonne : jus seul. On peut voir que leur fréquence varie selon d'une part, les réactifs et d'autre part, les feuilles analysées.

Le sulfite de sodium n'a pas donné dans ce sens des résultats satisfaisants. Comparé à l'eau, ayant servi également à l'extraction, il ne présente aucun avantage.

Les résultats obtenus avec le jus d'extraction combiné : sulfite de sodium + phosphate disodique se sont montrés intéressants. Le jus extrait des feuilles moyennes et supérieures en présence de ce réactif, n'a donné aucune floculation non spécifique (sauf un cas chez les feuilles moyennes de serre). Chez les feuilles inférieures, le nombre des précipités non spécifiques a été considérablement réduit.

Les quelques floculations non spécifiques qui se sont manifestées en présence de ce réactif, appartiennent à un groupe plus facilement distinct des précipités spécifiques.

Ces résultats comparés nous permettent de conclure qu'il est possible d'obtenir des préparations sérologiques sans précipitation non spécifique avec le jus du broyat des feuilles supérieures et moyennes en présence du sulfite de sodium + phosphate disodique.

Certains auteurs ont utilisé des méthodes différentes pour clarifier le jus de tomates et se débarrasser des précipitations non spécifiques : traitement par la chaleur (9) et adsorption par des moyens différents (3).

Cependant, notre méthode d'extraction du jus de tomate dans le réactif combiné, décrite dans ce travail, nous semble apporter un avantage dans la pratique, son application étant facile et ses résultats satisfaisants.

Dosage de virus dans le jus. — L'emploi des réactifs pour l'extraction du jus des plantes malades peut entraîner la perte d'une certaine quantité de virus, ce qui peut être gênant pour les diagnostics sérologiques. Afin d'avoir une certitude sur ce point, nous avons dosé le virus, par la recherche de la dilution limite, dans le jus extrait dans l'eau et dans les réactifs étudiés. Pour l'extraction du jus, on a utilisé de jeunes feuilles supérieures de tomates de serre.

A titre de comparaison les dilutions limites de jus obtenues en présence de l'antisérum spécifique sont données dans le tableau III.

Les résultats dans ce tableau montrent que la réaction antigène-anticorps est sensiblement la même à toutes les dilutions. Les dilutions

limites, donnant encore une réaction sérologique positive, sont les mêmes à une dilution près.

Ces résultats permettent de considérer que l'extraction du jus de tomate dans les réactifs mentionnés n'entraîne pas une perte de virus importante et ne peuvent donc pas être un inconvénient dans les réactions sérologiques utilisées pour le diagnostic des maladies à virus de la tomate.

TABLEAU III

Influence du liquide d'extraction sur la limite de dilution

Plante	Extraction du jus dans :	Dilutions du jus de tomate infectée par le virus de la Mosaïque du Tabac										
		1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048
1	L'eau	++	++	++	++	++	++	+	+	—	—	—
	Sulfite de sodium	++	++	++	++	++	+	+	+	—	—	—
	Sulfite de sodium + phosphate disodique	++	++	++	++	+	+	+	+	—	—	—
2	L'eau	+++	++	++	++	++	+	+	+	+	—	—
	Sulfite de sodium	++	+++	++	++	++	++	++	+	+	—	—
	Sulfite de sodium + ph. disodique	++	++	++	++	++	+	+	+	+	—	—
3	L'eau	++	++	++	++	+	+	+	+	+	—	—
	Sulfite de sodium	++	++	++	++	++	+	+	+	+	—	—
	Sulfite de sodium + ph. disodique	+++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	—
4	L'eau	++	+	++	++	++	++	++	+	+	—	—
	Sulfite de sodium	+	+	++	+	++	+	+	+	+	—	—
	Sulfite de sodium + ph. disodique	++	++	++	+	++	+	+	+	—	—	—
5	L'eau	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	—
	Sulfite de sodium	++	++	++	++	+	++	+	+	+	—	—
	Sulfite de sodium + ph. disodique	++	++	++	++	++	++	+	+	—	—	—

CONCLUSIONS

Par l'extraction du jus de tomates infectées dans certaines solutions, nous avons essayé de supprimer le brunissement des jus et l'apparition de flocculats non spécifiques.

Nous avons pu montrer que le sulfite de sodium empêche le brunissement du jus. Dans les essais préalables il a manifesté cette activité d'une façon plus importante que les autres réactifs (3 p. 100 bisulfite de sodium, 1 p. 1000 cyanure de potassium, 0,25 p. 100 sulfite de sodium + 1 p. 1000 cyanure de potassium). Cependant, ce même réducteur employé pour

les réactions sérologiques donne des précipités non spécifiques. Ces précipités ressemblent quelquefois, par leur aspect, aux floculats spécifiques et rendent impossible la lecture des résultats.

Le réactif combiné sulfite de sodium (0,5 p. 100 solution + phosphate disodique (1,5 p. 100 solution), empêche également d'une façon efficace le brunissement du jus et de plus inhibe complètement la formation de réactions non spécifiques avec des jus de feuilles supérieures et moyennes. Dans les jus de feuilles inférieures, les quelques précipités non spécifiques encore obtenus se distinguent très facilement des floculations spécifiques.

En faisant l'extraction du jus dans cette solution, la teneur en virus ne se trouve pas diminuée au point de gêner la réaction sérologique.

Ce réactif combiné, ayant donné des résultats satisfaisants, on peut recommander son emploi dans les réactions sérologiques de tomates malades.

(Travail effectué à la Station Centrale de Pathologie Végétale).

Reçu pour publication le 21 novembre 1959.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) AINSWORTH (G. C.) and OGILVIE (L.). — Lettuce mosaic. *Ann. Appl. Biol.*, **26**, p. 279-297, 1939.
- (2) BAWDEN (F. C.) and KLECKOWSKI (A.). — Protein precipitation and virus inactivation by extracts of Strawberry plants. *J. Pomol.*, **21**, 1-4, p. 2-7, 1945.
- (3) BOOIJ (H. L.). — Une difficulté de la méthode sérologique des virus des plantes, la floculation spontanée. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **29**, 1-3, p. 257-288, 1947.
- (4) CORNUET (P.), MARTIN (C.) et LIMASSET (P.). — Extraction du virus de la Mosaïque du Dahlia (*Marmor Dahlia* HOLMES) à partir de Dahlias infectés et obtention de son antisérum. *C. R. Acad. Sc.*, **231**, p. 913-914, 1950.
- (5) COUCH (B. H.) and GOLD (H. A.). — Rod-shaped particles associated with lettuce mosaic. *Phytopath.*, **44**, p. 715-717, 1954.
- (6) MARTIN (C.). — Contribution à l'étude des propriétés sérologiques des virus de la Pomme de terre. *Ann. Epiphyt.*, **3**, p. 393-394, 1952.
- (7) MARTIN (C.). — Recherches sur les maladies à virus du Dahlia. *Ann. Epiphyt.*, **1**, p. 63-78, 1954.
- (8) MARTIN (C.). — Sur un test colorimétrique permettant le diagnostic de certaines maladies à virus des plantes. *Proc. of the Conf. on Potato Virus Diseases*, Lisse-Wageningen, 1954.
- (9) ZACHOS (G. D.). — Recherches sur l'interférence entre le virus de la mosaïque du Tabac et le virus x de la Pomme de terre dans le cas de maladie complexe de la tomate (streak). *Ann. Inst. Phytopath. Benaki*, **1**, 1, 90 p. ; 1957.

**OBSERVATIONS ET EXPÉRIMENTATIONS
SUR LA ROUILLE NOIRE DES CÉRÉALES ET DES
GRAMINÉES AU COURS DES ANNÉES 1957 ET 1958**

PAR

L. GUYOT et M. MASSENOT

Laboratoire de recherches de la Chaire de Botanique et de Pathologie végétale,
École nationale d'Agriculture, GRIGNON.

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Évolution de la Rouille noire en nature.
- II. — Comportement des variétés au champ.
- III. — Contamination des Berberis.
- IV. — Étude expérimentale des souches de Rouille noire en serre.
- V. — Résumé.

Les observations en nature et les recherches expérimentales sur la Rouille noire (*Puccinia graminis*) des céréales et des Graminées ont été poursuivies en 1957 et en 1958, au Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon, de la même façon qu'au cours des années précédentes (1).

I. — ÉVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE EN NATURE

Les premières manifestations de la Rouille noire en nature ont été observées à Grignon aux dates suivantes :

Années	sur Seigle	sur Blé	sur Avoine
1957	18 juin	20 juin	15 juillet
1958	10 juin	10 juin	8 juillet

(1) GUYOT (L.) et MASSENOT (M.) : Observations et expérimentations sur la Rouille noire des céréales et des Graminées au cours des années 1951 à 1953 (*Ann. Epiph.*, VI, 1955, p. 89-118) et 1954 à 1956 (*Ann. Epiph.*, VIII, 1957, p. 271-303).

Quelques Graminées appartenant aux genres *Aegilops*, *Arrhenatherum*, *Elymus*, *Hordeum*, *Lolium* et *Phleum* ont porté la Rouille noire en 1958, surtout en fin d'été, avec une plus ou moins grande intensité.

Si les dégâts provoqués par la Rouille noire en 1957 ont été très peu importants, ils ont été assez graves en 1958, en particulier sur le Blé.

En 1957, la date d'apparition de la Rouille noire à Grignon (20 juin) correspond à la date moyenne d'apparition et semble liée à la période de températures élevées qui a sévi du 12 au 19 juin, période qui s'est achevée par des orages assez violents ; malgré des conditions météorologiques ultérieures assez favorables à l'extension du parasite, le développement de l'épidémie a été insignifiant du fait de la rapide maturation des variétés ainsi que de la formation presque immédiate des téleutosores, ces deux phénomènes semblant liés aux températures très élevées qui ont été enregistrées entre le 28 juin et le 8 juillet.

Toute différente est la situation en 1958. La Rouille noire est apparue précocement à Grignon (10 juin). Cette apparition a coïncidé avec un relèvement sensible de la température à partir du 27 mai, qui s'est accompagné d'orages fréquents avec des précipitations quasi journalières. De plus, les rosées matinales ont permis une installation simultanée du parasite sur la plupart des plantes qui étaient en épiaison ou en floraison. L'apparition précoce de la maladie, les conditions climatiques assez favorables au parasite pendant les mois de juin et juillet et le gros retard de végétation des Blés (six à huit semaines selon les situations et les variétés entre la date d'apparition de la Rouille noire et la maturité de la céréale) ont permis à la maladie de se développer et de provoquer finalement des dégâts assez importants sur la plus grande partie du territoire, en particulier dans le Centre, le Centre-Est et le Nord de la France.

Les conditions météorologiques qui ont, en 1957 et 1958, présidé à l'apparition de la Rouille noire sont les suivantes :

	pluies en mm	temp. min.	temp. max.
1957 : du 5 au 19 juin	35	1-17 (11,1)	18-31 (24,4)
1958 : du 26 mai au 9 juin..	50	4-15 (8,5)	17-25 (20,7)

L'extension de la Rouille noire est liée surtout au nombre de jours dont dispose le parasite pour se disséminer et se multiplier jusqu'à la maturité de la céréale et aux conditions météorologiques qui règnent pendant cette période :

	nombre de jours	pluies en mm.	temp. min.	temp. max.
1957 : du 20 juin au 12 juillet	23	35	5-19 (13,7)	15,5-36,5 (26,3)
1958 : du 10 juin au 30 juillet	50 (1)	102	6-17 (11,3)	17-29 (22)

⁽¹⁾ Ce nombre est exceptionnellement élevé ; au cours des dernières années, il fut le suivant : 30 en 1947, 12 en 1948, 30 en 1949, 39 en 1950, 13 en 1951, 28 en 1952, 26 en 1953, 19 en 1954, 17 en 1955, 16 en 1956.

Enfin, la gravité de l'attaque de Rouille noire dépend aussi de la nature des races du parasite qui interviennent en culture.

En 1957, seules les races 21 et 40 ont été isolées (21 à Grignon, 21 et 40 à Montpellier).

En 1958, les races 14, 17, 21, 40, 133 et 186 ont été reconnues en diverses régions de France.

Notons que dans l'extrême Sud de la France, la Rouille noire est apparue assez tardivement en 1957 et en 1958 (1^{er} juin en 1957 et 31 mai en 1958, soit environ dix jours après la date moyenne d'apparition). Il semble que, dans les régions méridionales surtout, les rosées matinales jouent un rôle important dans l'apparition et l'extension du parasite. En 1958, la Rouille noire ne s'est pas développée dans le Midi par suite de conditions climatiques défavorables (manque de chaleur ou manque d'humidité) (1).

II. — COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS AU CHAMP

La faible intensité de l'attaque de Rouille noire en 1957 ne permet d'attacher aucune signification aux notations effectuées. Ainsi, sur les 260 variétés de Blé cultivées, 14 seulement ont été trouvées porteuses de Rouille noire.

En 1958, sur les 315 variétés de Blé en observation, 26 étaient indemnes, 32 (dont *Etoile de Choisy*, *Fylgia*, *Guatrache* et *Mac Murrachy*) étaient très faiblement attaquées, 61 (dont 80-3 = *GN*, 90-2 = *GP*, *Reliance* et *Warren*) étaient faiblement attaquées, 80 (dont *Carlotta*, *Strampelli*) étaient assez fortement attaquées, 103 (dont *Oro*) étaient fortement attaquées, enfin 11 étaient très fortement attaquées.

III. — CONTAMINATION DES BERBERIS EN SERRE

Le matériel teleutosporifère, récolté en diverses régions de France (Champagne, Bourgogne, Jura, Savoie, Dauphiné, Ile-de-France, Picardie, Bretagne), d'Allemagne (Forêt-Noire), d'Espagne (Sierra-Nevada) et du Maroc (Moyen et Haut-Atlas), sur des hôtes variés, et mis à hiverner au dehors, a été utilisé au printemps suivant pour la contamination de jeunes plants de *Berberis vulgaris* en pots.

Les résultats de ces essais de contamination sont résumés dans le tableau I.

La bonne réussite des tentatives d'infection en 1958 est due aux conditions de température favorables au moment des essais, mais surtout à une meilleure hibernation des pailles rouillées qui, au lieu d'être mises

(1) Le développement de l'épidémie en 1958 a fait l'objet d'une communication au *Premier Colloque européen et nord-africain de la Rouille noire*, Versailles-Grignon, 13-15 octobre 1958 : R. CHEVALIER et M. MASSENOT, L'épidémie de Rouille noire en France en 1958.

à hiverner à l'intérieur d'une haie, ont été placées à terre dans l'herbe pendant tout l'hiver. Dans ces conditions, la réussite a été de 100 p. 100. Les quatre échecs enregistrés proviennent de pailles rouillées qui nous ont été envoyées du Maroc en avril 1958 (attaque de 1957) et qui avaient hiverné naturellement.

TABLEAU I

Résultats des essais d'infection des Berberis à partir d'échantillons téleutosporifères provenant des céréales et de diverses Graminées en 1957 et 1958.

Hôtes téleutosporifères	Nombre de provenances essayées		Nombre de contaminations positives sur <i>Berberis</i>	
	en 1957	en 1958	en 1957	en 1958
<i>Aegilops</i>	1	—	0	—
<i>Agropyrum</i>	16	5	2	5
<i>Agrostis</i>	2	—	0	—
<i>Arrhenatherum</i>	8	2	1	2
<i>Avena</i>	3	1	1	0
<i>Briza</i>	1	—	0	—
<i>Bromus</i>	3	—	0	—
<i>Calamagrostis</i>	2	—	0	—
<i>Cynosurus</i>	1	—	0	—
<i>Dactylis</i>	25	7	6	4
<i>Elymus</i>	1	1	0	1
<i>Festuca</i>	3	—	1	—
<i>Haynaldia</i>	7	3	2	3
<i>Koeleria</i>	2	—	0	—
<i>Lolium</i>	—	2	—	2
<i>Oryzopsis</i>	1	—	0	—
<i>Poa</i>	4	1	0	1
<i>Secale</i>	2	—	1	—
<i>Triticum</i>	8	4	4	4
<i>Vulpia</i>	1	—	1	—
	91	26	19	22

IV. — ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES SOUCHES DE ROUILLE NOIRE EN SERRE

Le nombre des contaminations expérimentales réalisées en serre a été d'environ 2 000 en 1957 et de 6 000 en 1958 (s'ajoutant aux 52 500 contaminations réalisées au cours des années 1941 à 1956).

A) Rouille noire des Blés.

En 1957, 13 souches de *Puccinia graminis* en provenance des Blés ont été étudiées :

T 212 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies près Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire), sur Blé, le 30 juillet 1956 (race 109).

T 213 : à partir d'urédospores recueillies sur Blé dur à Chichaoua (Maroc), 5 mai 1957 (race 14).
T 214 : *id.* sur Blé dur à Chichaoua (Maroc), 10 mai 1957 (race 19).

T 215 : *id.* sur Blé *Pusa* × *Mentana* 9340 à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 21).
 T 216 : *id.* sur Blé *Pusa* × *Florence* 380 à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 21).
 T 217 : *id.* sur Blé *Pusa* × *Mentana* 9290 à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 21).
 T 218 : *id.* sur Blé *Baroota* 8791 à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 21).
 T 219 : *id.* sur Blé *Langlois* 1527 à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 14).
 T 220 : *id.* sur Blé *Mahon Damias* à Maison Carrée (Algérie), 20 mai 1957 (race 17).
 T 221 : *id.* sur Blé *Rub* à Montpellier (Hérault), 17 juin 1957 (race 21).
 T 222 : *id.* sur Blé *Etoile de Choisy* à Montpellier (Hérault), 27 juin 1957 (race 40).
 T 223 : *id.* sur Blé *Panter* à Grignon (Seine-et-Oise), 13 juillet 1957 (race 21).
 T 224 : *id.* sur Blé à Trieberg (Forêt Noire-Allemagne), 18 août 1957 (race 27).

Nous joignons à ces 13 souches provenant du Blé 4 souches appartenant également à la f. sp. *tritici* de *P. graminis* :

Aeg 10 : à partir d'uréospores recueillies sur *Aegilops macrochaeta* au Jardin botanique de Grignon (Seine-et-Oise), 11 octobre 1957 (race 21).
 Bb 16 : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris* à Curtill-sous-Burnand près Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire), 26 avril 1957 (race 69).
 Bb 17 : *id.* sur *Berberis vulgaris*, même localité, 1^{er} juin 1957 (race 21).
 Ha 2 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis vulgaris* de téleutospores recueillies sur *Haynaldia hordeacea* au Dayet Ahoua (Maroc : Moyen-Atlas), le 24 mai 1957 (pailles rouillées de 1956 ayant hiverné sur place) (race 21).

L'identification des souches a été réalisée à l'aide des variétés différentielles nord-américaines ; le tableau II résume les résultats obtenus.

La race 21 a été isolée neuf fois :

- en Algérie : 4 fois sur Blé (souches T 215, T 216, T 217, T 218) ;
- au Maroc : 1 fois sur *Haynaldia hordeacea* (souche Ha 2) ;
- en France : 2 fois sur Blé (souches T 221 de Montpellier et T 223 de Grignon), 1 fois sur *Aegilops macrochaeta* (souche Aeg 10 de Grignon), 1 fois sur *Berberis vulgaris* (souche Bb 17 de Bourgogne — voir chapitre H).

La race 14 a été identifiée deux fois sur Blé : en Algérie (T 219) et au Maroc (T 213).

La race 17 a été récoltée une fois sur Blé en Algérie (T 220).

La race 19 a été reconnue sur Blé au Maroc (T 214).

La race 27 provient d'une culture de Blé en Allemagne occidentale (T 224). Cette race, que nous isolons pour la première fois dans nos essais, était déjà connue en Allemagne, en Pologne et au Portugal.

La race 40 était présente à Montpellier (T 222) sur *Étoile de Choisy*.

La race 69, déjà signalée par J. PONCHET⁽¹⁾ sur Blé en Bourgogne, a été identifiée dans la même localité sur *Berberis vulgaris* (Bb 16) ; cette race, assez rare, a été récemment signalée en Egypte.

Enfin la race 109 (souche T 212), isolée en 1957 après passage artificiel sur *Berberis vulgaris* à partir d'un échantillon téleutosporifère récolté sur Blé en Bourgogne en 1956 (dans une région où la présence des *Berberis* permet l'établissement, semble-t-il passager, de races particulières et rares), est nouvelle pour l'Europe.

Le comportement de diverses variétés de Blé (tableau III) ou Gra-

⁽¹⁾ J. PONCHET : Évolution et Spécialisation du *Puccinia graminis tritici* Eriks. et Henn. en France au cours de la période 1952-54 (*Ann. Epiph.*, II, p. 229-251, 1956).

minées sauvages et fourragères (tableau IV) a été étudié vis-à-vis de certaines de ces souches.

TABLEAU II

Réaction des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard des souches de **Puccinia graminis tritici**, en provenance des Blés, de quelques Graminées et des Berberis en 1957.

Variétés	T 212	T 213	T 214	T 215	T 216	T 217	T 218	T 219	T 220
Little Club 4066	IV								
Marquis 3641	II+	I+	II-	IV	IV	IV	IV-	O+	III
Reliance 7370	III	i	i	i	i	i	i	i	i
Kota 5878	IV-	i	II+	IV	IV-	III	III	o	III+
Arnautka 1493	o	IV	III+	IV-	IV	IV	IV	IV-	IV
Mindum 5296	I	IV	III+	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Spelmar 6236	o	IV-	III+	IV	IV	IV-	IV	IV	IV
Kubanka 1440	IV-	IV	IV-	IV	IV	IV-	IV	IV	IV
Acmé 5284	III+	IV	IV-	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Einkorn 2433	III-	III+	III+	I+	II-	II-	o+	IV	III+
Vernal 3686	III+	o	o	o	o+	o+	o	o	o+
Khapli 4103	o	I	o+	I	o+	I	o+	I+	I
Race	109	14	19	21	21	21	21	14	17

Variétés	T 221	T 222	T 223	T 224	Aeg 10	Bb 16	Bb 17	Ha 2
Little Club 4066	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Marquis 3641	IV	IV-	IV	II+	IV	III-	IV	IV-
Reliance 7370	i	IV-	i	I	i	i	i	i
Kota 5878	IV	III	III+	o	III+	o	IV	III+
Arnautka 1493	IV	IV	IV	o	IV	o+	IV	IV-
Mindum 5296	IV	IV	IV	o	IV	o	IV	IV
Spelmar 6236	IV	IV-	IV	o	IV	o+	IV	IV-
Kubanka 1440	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Acmé 5284	IV	IV-	IV	III+	IV	III+	IV	III+
Einkorn 2433	I	II-	II-	o	o	III+	I	I
Vernal 3686	o	IV	o	IV	o	III+	I	o
Khapli 4103	o+	o+	I	o	i	I	I+	o
Race	21	40	21	27	21	69	21	21

Signalons le comportement particulier d'*Étoile de Choisy* que, d'après nos essais antérieurs, nous considérons comme une variété assez résistante (degrés d'attaque 0 à 11) aux races 14 et 21 et qui, dans les essais de 1957, se montre sensible ou très sensible aux races 14 et 21 provenant d'Algérie ; ceci semble indiquer qu'existent en ce pays des biotypes de virulence plus grande et non séparables par recours aux variétés différentielles habituelles.

Notons également la virulence assez grande de la race 27, étudiée pour la première fois et qui attaque au plus fort degré *Étoile de Choisy* et *Guatrache*, à un moindre degré GN (= 80-3).

La race 69 semble moins virulente dans l'ensemble.

TABLEAU III. — Réaction de quelques variétés de Blé à l'égard de certaines souches de *Puccinia graminis tritici* en 1957.

Variétés.....	Bb 16	Bb 17	Ha 2	T 215	T 216	T 217
Carlotta Strampelli.....	IV	—	—	IV	IV—	III—
Dômes	IV	IV	IV	IV	IV	IV—
Étoile de Choisy	III+	I+	o+	III	III—	III—
Fylgia	II+	II+	IV	III+	IV—	IV—
GN (= 80-3)	i	i	i	i	i	i
Guatrache	o+	i	o	i	i	i
Hope	o	—	o	IV	IV	III
Minhardi 3	IV	IV	IV	IV	IV	V
Oro	i	o	i	i	i	i
Thatcher	i	—	i	i	i	i
Warren	o+	IV	IV	IV	IV	IV
Yga	IV	IV	—	III	IV—	—
Race	69	21	21	21	21	21

Variétés.....	T 218	T 219	T 220	T 221	T 222	T 224
Carlotta Strampelli.....	IV—	III	III+	IV	III+	IV
Dômes	IV—	IV—	IV	IV	III	IV—
Étoile de Choisy	IV	IV—	i	I	IV	IV
Fylgia	IV—	o	III	III+	IV—	III—
GN (= 80-3)	i	i	i	i	III	III—
Guatrache	i	i	i	o	IV	IV
Hope	IV	o	o	III+	II	i
Minhardi 3	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Oro	i	i	i	i	IV—	o+
Thatcher	i	i	i	i	o	i
Warren	IV	o	o	III+	III+	o
Yga	IV—	IV	III	IV—	III+	IV
Race	21	14	17	21	40	27

TABLEAU IV. — Réaction de quelques Graminées à l'infection par certaines souches de *Puccinia graminis tritici* en 1957.

	Aeg 10	Bb 17	Ha 2	T 216	T 217	T 221	T 222	T 223	T 224
<i>Aegilops crassa</i>	—	IV	IV—	IV	IV—	IV	III+	IV—	IV
— <i>ovala</i>	—	o	o	II	—	o	o	II	IV
— <i>truncialis</i>	i	I	II+	III	—	i	III	I	II
— <i>ventricosa</i>	II	III	I+	II+	—	I+	II	III	IV
<i>Agropyrum caninum</i>	i	—	i	i	—	i	i	—	—
— <i>panormitanum</i>	—	—	—	—	i	—	—	—	—
— <i>repens</i>	—	—	—	—	I	—	—	—	—
<i>Bromus arvensis</i>	i	i	o	I	—	o+	o+	i	II
— <i>macrostachys</i>	o+	II—	II	I+	—	I	II—	I	II
— <i>madritensis</i>	—	I+	o+	I+	—	I	II	II	I+
— <i>maximus</i>	—	o	o+	i	o+	o	I	I+	i
— <i>squarrosum</i>	—	o+	I	o+	I	II	II	II+	II
— <i>sterilis</i>	I	I	I+	I+	o+	I	II	I	i
— <i>tectorum</i>	o+	I+	I+	I+	I+	II—	II	II—	II
<i>Elymus canadensis</i>	III+	—	—	IV	—	III+	i	II+	III
— <i>caput-medusae</i>	II+	—	III+	III	—	IV—	IV—	III+	i
— <i>hordeiformis</i>	—	—	III	III	III+	III+	II+	III	i
<i>Hordeum jubatum</i>	—	II	—	III+	—	IV—	III	—	III+
— <i>maritimum</i>	I+	o+	o	III+	—	o+	II	—	i
— <i>murinum</i>	—	o+	o	II	—	i	III	I+	II
<i>Secale montanum</i>	o	o	o	o+	—	o	o	o	o
Race	21	21	21	21	21	21	40	21	27

Enfin, quelques *Aegilotricum* de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes de Versailles, infectés à l'aide de la souche T 213 (race 14), ont donné lieu aux réactions suivantes :

Aegilotricum ventricopheevi (2 n = 56) : II+, *ventricopheevi* (2 n = 42) : 0, *ventricoccoides* : III+, *ventricoccum* : 0, *ventricodurum* : II, *ventricopersicum* : III.

En 1958, un effort particulier a été effectué pour la détermination des races physiologiques de ***Puccinia graminis tritici*** : 128 souches provenant essentiellement du Maroc et de France, portées par le Blé (92 souches), par diverses Graminées (*Aegilops* : 6 souches, *Bromus* : 9 souches, *Haynaldia* : 1 souche, *Hordeum* : 19 souches) et même par le Seigle (1 souche : S 39), ont été étudiées et identifiées ; ce sont :

Aeg 11 : à partir d'urédospores recueillies sur *Aegilops ovata* à Ras el Ma près Azrou (Maroc : Moyen-Atlas), 3 mai 1958 (race 21).

Aeg 12 : *id.* sur *Aegilops triuncialis* entre Bin-el-Ouidane et Azilal (Maroc : Moyen-Atlas), 10 juin 1958 (race 21).

Aeg 13 : *id.* sur *Aegilops triuncialis*, Dayet Ahoua (Maroc), 25 juin 1958 (race 21).

Aeg 14 : *id.* sur *Aegilops ventricosa*, même station, 25 juin 1958 (race 21).

Aeg 15 : *id.* sur *Aegilops triuncialis* à Aïn Leuh (Maroc), 26 juin 1958 (race 21).

Aeg 16 : *id.* sur *Aegilops ovata* à Asifan (Maroc : Rif), 30 juin 1958 (race 21).

Br 9 : *id.* sur *Bromus macrostachys* à Meknès (Maroc), 16 mai 1958 (race 21).

Br 10 : *id.* sur *Bromus sterilis* à Meknès (Maroc), 16 mai 1958 (race 21).

Br 11 : *id.* sur *Bromus? madritensis* (ou *rubens*) à Meknès (Maroc), 27 mai 1958 (race 21).

Br 12 : *id.* sur *Bromus macrostachys* à Meknès (Maroc), 27 mai 1958 (race 21).

Br 13 : *id.* sur *Bromus? rigidus* à Meknès (Maroc), 27 mai 1958 (race 21).

Br 14 : *id.* sur *Bromus? rigidus* à Ifrane (Maroc : Moyen-Atlas), 29 mai 1958 (race 21).

Br 15 : *id.* sur *Bromus? lanceolatus* entre El Hajeb et Meknès (Maroc), 25 mai 1958 (race 21).

Br 16 : *id.* sur *Bromus? rigidus* à Ifrane (Maroc : Moyen-Atlas), 8 juin 1958 (race 21).

Br 17 : *id.* sur *Bromus? rigidus* à Meknès (Maroc), 21 juin 1958 (race 21).

Ha 3 : *id.* sur *Haynaldia hordeacea* entre Fès et Azrou (Maroc), 24 juin 1958 (race 21).

H 30 : *id.* sur *Hordeum leporinum* entre Rabat et Meknès (Maroc), à 44 km de Meknès, 27 avril 1958 (race 21).

H 31 : *id.* sur *Hordeum leporinum* près Boulaouane (Maroc), 2 mai 1958 (race 21).

H 32 : *id.* sur *Hordeum leporinum* entre Fès et Meknès (Maroc), à 44 km de Meknès, 12 mai 1958 (race 21).

H 33 : *id.* sur *Hordeum leporinum* à Meknès (Maroc), 16 mai 1958 (race 21).

H 34 : *id.* sur *Hordeum leporinum* à Ifrane (Maroc : Moyen-Atlas), 29 mai 1958 (race 21).

H 35 : *id.* sur *Hordeum leporinum*, route du Dayet Ahoua (Maroc), 5 juin 1958 (race 21).

H 36 : *id.* sur *Hordeum leporinum*, même station, 5 juin 1958 (race 21).

H 37 : *id.* sur *Hordeum leporinum*, même station, 5 juin 1958 (race 21).

H 38 : *id.* sur Orge cultivée à Ifrane, 1600 m alt. (Maroc : Moyen-Atlas), 8 juin 1958 (race 21).

H 39 : *id.* sur *Hordeum leporinum* à Immouzer des Marmoucha (Maroc), 7 juin 1958 (race 14).

H 40 : *id.* sur *Hordeum leporinum* à Ifrane, 1600 m alt. (Maroc : Moyen-Atlas), 8 juin 1958 (race 21).

H 41 : *id.* sur *Hordeum leporinum* entre Mriit et Khenifra (Maroc), 10 juin 1958 (race 21).

H 42 : *id.* sur Orge cultivée près Meknès (Maroc), 21 juin 1958 (race 14).

H 43 : *id.* sur Orge cultivée près Meknès (Maroc), 21 juin 1958 (race 21).

H 44 : *id.* sur *Hordeum leporinum* à Meknès (Maroc), 21 juin 1958 (race 21).

H 45 : *id.* sur Orge cultivée à Chaouen (Maroc : Rif), 30 juin 1958 (race 21).

H 46 : *id.* sur *Hordeum leporinum* près Tetouan (Maroc), 30 juin 1958 (race 21).

H 47 : *id.* sur Orge cultivée à Pont Sehou (Maroc : Rif), 29 juin 1958 (race 21).

H 48 : *id.* sur *Hordeum bulbosum* à Ouezzane (Maroc : Rif), 29 juin 1958 (race 21).

S 39 : *id.* sur Seigle vers Targa n'Ait Irat (Maroc : Grand-Atlas), 12 juin 1958 (race 21).

T 225 : *id.* sur Blé, route de Rabat à 44 km de Meknès (Maroc), 27 avril 1958 (race 21).

T 226 : *id.* sur Blé, même station, 27 avril 1958 (race 21).

T 227 : *id.* sur Blé à 40 km de Meknès (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 228 : *id.* sur Blé à 36 km de Meknès (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 229 : *id.* sur Blé à 18 km de Meknès (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 230 : *id.* sur Blé à 7 km de Meknès (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 231 : *id.* sur Blé à 20 km de Meknès (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 232 : *id.* sur Blé à 26 km de Meknès, près El Hajeb (Maroc), 30 avril 1958 (race 21).

T 233 : à partir d'écidiospores obtenues sur *Berberis vulgaris* par infection artificielle à partir de téléutospores recueillies sur Blé à Willigen près Trieberg (Allemagne : Forêt-Noire), août 1957 (race 75).

T 234 : à partir d'urédospores recueillies sur Blé à Boulaouane (Maroc), 2 mai 1958 (race 21).

T 235 : *id.* sur Blé près Sidi Bennour (Maroc), 2 mai 1958 (*race 21*).
 T 236 : *id.* sur Blé, même station, 2 mai 1958 (*race 21*).
 T 237 : *id.* sur Blé près Boulaouane (Maroc) 2 mai 1958 (*race 40*).
 T 238 : *id.* sur Blé près Louis-Gentil (Maroc), 2 mai 1958 (*race 21*).
 T 239 : *id.* sur Blé à 24 km de Casablanca (Maroc), 3 mai 1958 (*race 21*).
 T 240 : *id.* sur Blé près El Arba (Maroc), 2 mai 1958 (*race 21*).
 T 241 : *id.* sur Blé près Sidi Bennour (Maroc), 2 mai 1958 (*race 14*).
 T 242 : *id.* sur Blé entre Fès et Taza (Maroc), 12 mai 1958 (*race 21*).
 T 243 : *id.* sur Blé près Fès (Maroc), 12 mai 1958 (*race 21*).
 T 244 : *id.* sur Blé entre Fès et Meknès, à 44 km de Meknès (Maroc), 12 mai 1958 (*race 21*).
 T 245 : *id.* sur Blé à Meknès (Maroc), 16 mai 1958 (*race 21*).
 T 246 : *id.* sur Blé près Moulay-Idriss (Maroc), 16 mai 1958 (*race 21*).
 T 247 : *id.* sur Blé près Tamchachat, au Sud de Meknès (Maroc), 100 m alt., 13 mai 1958 (*race 21*).
 T 248 : *id.* sur Blé à Tizitine, entre Oulmés et Meknès (Maroc), 800-900 m. alt., 13 mai 1958 (*race 21*).
 T 249 : *id.* sur Blé entre Oulmés et Meknès, à 60 km de Meknès (Maroc), 800-900 m alt., 13 mai 1958 (*race 21*).
 T 250 : *id.* sur Blé près El-Hajeb (Maroc), 15 mai 1958 (*race 14*).
 T 251 : *id.* sur plantule de Blé à Meknès (Maroc), 26 mai 1958 (*race 21*).
 T 252 : *id.* sur Blé à Ito (Maroc), 26 mai 1958 (*race 21*).
 T 253 : *id.* sur Blé à Timhadit (Maroc, Moyen-Atlas), 31 mai 1958 (*race 21*).
 T 254 : *id.* sur Blé à Sidi Slimane (Maroc), 28 mai 1958 (*race 21*).
 T 255 : *id.* sur Blé à Tioumliline (Maroc, Moyen-Atlas), 4 juin 1958 (*race 21*).
 T 256 : *id.* sur Blé, route de Dayet Ahoua (Maroc), 5 juin 1958 (*race 21*).
 T 257 : *id.* sur Blé Damano à Montpellier (Hérault), 9 juin 1958 (*race 14*).
 T 258 : *id.* sur Blé Little Club à Montpellier (Hérault), 9 juin 1958 (*race 186*).
 T 259 : *id.* sur Blé à Immouzer des Marmoucha (Maroc, Moyen-Atlas), 7 juin 1958 (*race 21*).
 T 260 : *id.* sur Blé à Tiguennamasse près Immouzer des Marmoucha (Maroc, Moyen Atlas), 7 juin 1958 (*race 14*).
 T 261 : *id.* sur Blé, même station, 7 juin 1958 (*race 21*).
 T 262 : *id.* sur Blé entre Ifrane et Boulemane, à 14 km de Boulemane (Maroc, Moyen-Atlas) 7 juin 1958 (*race 21*).
 T 263 : *id.* sur Blé *Hybride de la Cloqueterie* à Grignon (Seine-et-Oise), 13 juin 1958 (*race 186*).
 T 264 : *id.* sur Blé *Inversable*, même station, 13 juin 1958 (*race 21*).
 T 265 : *id.* sur Blé à Montpellier (Hérault), 12 juin 1958 (*race 21*).
 T 266 : *id.* sur Blé *Magdalena*, même station, 12 juin 1958 (*race 133*).
 T 267 : *id.* sur Blé *Magdalena*, même station, 12 juin 1958 (*race 21*).
 T 268 : *id.* sur Blé *Ideal* à Grignon (Seine-et-Oise), 16 juin 1958 (*race 133*).
 T 269 : *id.* sur Blé près Marrakech (Maroc), 12 juin 1958 (*race 40*).
 T 270 : *id.* sur Blé entre Mrirt et Khenifra (Maroc), 10 juin 1958 (*race 21*).
 T 271 : *id.* sur Blé près Beni Mellah (Maroc), 10 juin 1958 (*race 21*).
 T 272 : *id.* sur Blé près Targa n'Ait Irat (Maroc, Grand Atlas), 12 juin 1958 (*race 21*).
 T 273 : *id.* sur Blé *Etoile de Choisy* à Montpellier (Hérault), 18 juin 1958 (*race 14*).
 T 274 : *id.* sur Blé près Meknès (Maroc), 21 juin 1958 (*race 21*).
 T 275 : *id.* sur Blé entre Fès et Azrou, à 24 km d'Azrou (Maroc), 24 juin 1958 (*race 21*).
 T 276 : *id.* sur Blé *Docteur Mazet* à Castelnau-d'Aude (Aude), 25 juin 1958 (*race 19*).
 T 277 : *id.* sur Blé à Asifan (Maroc, Rif), 30 juin 1958 (*race 40*).
 T 278 : *id.* sur Blé à Chouen (Maroc, Rif), 30 juin 1958 (*race 40*).
 T 279 : *id.* sur Blé, même station, 30 juin 1958 (*race 17*).
 T 280 : *id.* sur Blé près Tetouan (Maroc), 30 juin 1958 (*race 14*).
 T 281 : *id.* sur Blé *Oro* à Grignon (Seine-et-Oise), 5 juillet 1958 (*race 40*).
 T 282 : *id.* sur Blé à Neuahle-le-Château (Seine-et-Oise), 7 juillet 1958 (*race 21*).
 T 283 : *id.* sur Blé entre Beynes et Marcq (Seine-et-Oise), 7 juillet 1958 (*race 186*).
 T 284 : *id.* sur Blé entre Thoiry et la Queue-les-Yvelines (Seine-et-Oise), 7 juillet 1958 (*race 21*).
 T 285 : *id.* sur Blé, près Granville (Manche), 22 juillet 1958 (*race 133*).
 T 286 : *id.* sur Blé, même station, 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 287 : *id.* sur Blé entre Villedieu-les-Poëles (Manche) et Villers-Bocage (Calvados) à 20 km de Villers-Bocage, 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 288 : *id.* sur Blé entre Villedieu-les-Poëles (Manche) et Villers-Bocage (Calvados), à 8 km de Villers-Bocage, 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 289 : *id.* sur Blé entre Villers-Bocage et Caen (Calvados) à 10 km de Caen, 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 290 : *id.* sur Blé, même station, 22 juillet 1958 (*race 133*).
 T 291 : *id.* sur Blé, entre Pont-l'Évêque (Calvados) et Pont-Audemer (Eure), 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 292 : *id.* sur Blé entre Pont-Audemer et Bourg Achard (Eure), 22 juillet 1958 (*race 133*).
 T 293 : *id.* sur Blé à Quincampoix, entre Rouen et Neufchâtel-en-Bray (Seine Maritime), à 8 km de Rouen, 22 juillet 1958 (*race 186*).
 T 294 : *id.* sur Blé à 28 km de Rouen, 22 juillet 1958 (*race 133*).
 T 295 : *id.* sur Blé, même station, 22 juillet 1958 (*race 21*).
 T 296 : *id.* sur Blé entre Neufchâtel-en-Bray et Blangy-sur-Bresle (Seine-Maritime), 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 297 : *id.* sur Blé entre Blangy-sur-Bresle (Seine Maritime) et Abbeville (Somme), 23 juillet 1958 (*race 133*).

T 298 : *id.* sur Blé, aérodrome d'Abbeville (Somme), 23 juillet 1958 (*race 133*).
 T 299 : *id.* sur Blé, même station, 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 300 : *id.* sur Blé près Saint-Omer (Pas-de-Calais), 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 301 : *id.* sur Blé entre Saint-Omer (Pas-de-Calais) et Cassel (Nord), 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 302 : *id.* sur Blé entre Bailleul et Armentières (Nord), 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 303 : *id.* sur Blé, même station, 23 juillet 1958 (*race 186*).
 T 304 : *id.* sur Blé entre Douai et Cambrai (Nord), 24 juillet 1958 (*race 133*).
 T 305 : *id.* sur Blé près Cambrai (Nord), 24 juillet 1958 (*race 133*).
 T 306 : *id.* sur Blé entre Saint-Quentin et Chauny (Aisne), 24 juillet 1958 (*race 21*).
 T 307 : *id.* même station, 24 juillet 1958 (*race 133*).
 T 308 : *id.* sur Blé entre Coucy et Soissons (Aisne), 24 juillet 1958 (*race 21*).
 T 309 : *id.* sur Blé entre Villers-Cotterets (Aisne) et Crépy-en-Valois (Oise), 24 juillet 1958 (*race 186*).
 T 310 : *id.* sur Blé entre Senlis et Chantilly (Oise), 24 juillet 1958 (*race 21*).
 T 311 : *id.* sur Blé entre Abbeville (Somme) et Hesdin (Pas-de-Calais), 23 juillet 1958 (*race 21*).
 T 312 : *id.* sur Blé entre Douai et Cambrai (Nord), 24 juillet 1958 (*race 17*).
 T 313 : *id.* sur Blé entre Coucy et Soissons (Aisne), 24 juillet 1958 (*race 21*).
 T 314 : *id.* sur Blé *Spelmar* à Grignon (Seine-et-Oise), 25 juillet 1958 (*race 21*).
 T 315 : *id.* sur Blé entre Evreux (Eure) et Lisieux (Calvados), 5 août 1958 (*race 14*).
 T 316 : *id.* sur Blé, Tiguelmanine près Itzer (Maroc), 26 juillet 1958 (*race 21*).

Le tableau V résume l'ensemble des réactions obtenues sur les variétés différentielles nord-américaines qui ont permis l'identification des races.

Le tableau VI montre la répartition des races au Maroc et en France.

La race 21 est prédominante dans les deux pays. Au Maroc, elle représente 100 p. 100 des prélèvements effectués sur *Aegilops* et *Bromus*, 90 p. 100 des prélèvements effectués sur Blé ; elle a été enfin isolée une fois sur *Haynaldia* et sur Seigle. Sur l'ensemble de ces hôtes, la race 21 est représentée au Maroc par 71 souches sur 82, soit 87 p. 100 des prélèvements.

TABLEAU V

*Réactions globales des variétés différentielles nord-américaines de Blé à l'égard de l'ensemble des souches de **Puccinia graminis tritici** en provenance du Blé, de l'Orge, du Seigle et de quelques Graminées au Maroc et en France, en 1958.*

Variétés	race 21	race 133	race 14	race 186	race 40	race 17	race 19	race 75
Little Club 4066 ..	III à IV	III à IV	III à IV	III à IV	IV	IV	IV	IV
Marquis 3641.....	III— à IV	III à IV	o à II	i à II—	III à IV	IV	I+	IV
Reliance 7370	i	i	i à o	i	III à IV	i	i	i
Kota 5878	III— à IV	i à I	i à I	i à o	III à IV	III	III—	II—
Arnautka 1493	III à IV	o à o+	III— à IV	o à I	III à IV	IV	IV	III
Mindum 5296	III à IV	o	III— à IV	o à I	III à IV	III+	IV	IV
Spelmar 6236	III— à IV	o à o+	III— à IV	o à I	III+ à IV	IV	IV	IV
Kubanka 1440	III+ à IV	III à IV	III+ à IV	III à IV	IV— à IV	IV	IV	IV
Acné 5284	III+ à IV	III à IV	III+ à IV	III à IV	III+ à IV	IV	IV	IV
Einkorn 2433	o+ à II—	o à o+	II+ à III+	o à o+	o à I+	III	o	o+
Vernal 3686	o à I+	o à o+	o à o+	i à o	III à IV	o+	o	I
Khapli 4103.....	i à I+	o à II—	o à II	o à o+	o à I	o+	o	o+

(1) L'un de nous a récemment montré l'importance du rôle joué par les Graminées spontanées (en particulier rudérales) dans l'épidémiologie de la Rouille noire. Ce rôle semble particulièrement important dans le cas de la race 21.

L. GUYOT : Rôle des Graminées spontanées dans l'épidémiologie de la Rouille noire des Céréales en Europe et Afrique septentrionale (*Premier Colloque européen et nord-africain de la Rouille noire*, Versailles-Grignon, 13-15 octobre 1958).

TABLEAU VI

Répartition des races physiologiques de *Puccinia graminis tritici* isolées sur Blé, Orge et Seigle et sur diverses Graminées au Maroc et en France, en 1958.

Races physiologiques	Hôtes	Maroc		France	
		nombre de souches	%	Nombre de souches	%
21	<i>Aegilops</i>	6		—	
	<i>Bromus</i>	9		—	
	<i>Haynaldia</i>	1		—	
	<i>Hordeum</i>	17	87 %	—	49 %
	Seigle	1		—	
	Blé	37		22	
133	Blé	—	—	11	24 %
14	<i>Hordeum</i>	2		—	
	Blé	4	7 %	3	7 %
186	Blé	—	—	6	14 %
40	Blé	4	5 %	1	2 %
17	Blé	1	1 %	1	2 %
19	Blé	—	—	1	2 %
Total		82	100	45	100

En France, la race 21 est moins nettement prédominante, mais représente toutefois 49 p. 100 des prélèvements (22 souches sur 45) ; elle semble répartie sur l'ensemble du territoire.

La race 133 n'a pas été isolée au Maroc, mais a été trouvée en France sur Blé à 11 reprises, représentant 24 p. 100 des prélèvements. Elle a été identifiée 5 fois en Normandie, 3 fois dans le Nord, 1 fois en Picardie, 1 fois dans le Bassin parisien, 1 fois dans le Languedoc.

La race 14 a été isolée 6 fois au Maroc (4 fois sur Blé, 2 fois sur *Hordeum*) et représente ainsi environ 7 p. 100 des prélèvements.

Reconnue trois fois, en France, sur Blé (2 fois dans le Languedoc, 1 fois en Normandie), la race 14 représente environ 7 p. 100 des prélèvements.

La race 186 n'a pas été isolée au Maroc, mais a été identifiée à 6 reprises sur Blé en France (3 fois dans le Bassin parisien, 1 fois dans le Languedoc, 1 fois en Normandie, 1 fois dans le Nord) ; elle représente environ 14 p. 100 des prélèvements.

Le fait que les races 133 et 186 (qui représentent à elles deux 39 p. 100 des prélèvements français) n'aient pas été identifiées au Maroc rend improbable l'hypothèse d'une origine marocaine de ces deux races.

La race 40 a été isolée 4 fois au Maroc, en particulier dans le Nord

du pays, représentant environ 5 p. 100 des prélèvements, et 1 fois en France (à Grignon), représentant environ 2 p. 100 des prélèvements.

La race 17 a été isolée une fois au Maroc (1 p. 100) et une fois en France, dans le Nord (2 p. 100).

La race 19 a été identifiée une fois en France, dans l'Aude (2 p. 100).

Enfin, la race 75 a été isolée une fois en Allemagne (Forêt-Noire), d'après une récolte téléutosporelle effectuée en 1957 et après passage artificiel sur *Berberis* ⁽¹⁾.

Les souches Aeg 10 et T 223, isolées en 1957 et appartenant toutes deux à la race 21, ont été conservées au stade urédo en serre pendant l'hiver 1957-58 et ont été expérimentées, ainsi que la souche T 237 (race 40), vis-à-vis de 165 variétés de Blé. Les résultats de cette expérimentation figurent dans le tableau VII.

B) Rouille noire des Orges.

En 1958, 20 souches de Rouille noire en provenance du Maroc ont été isolées sur *Hordeum* cultivés ou spontanés. Dix-neuf d'entre elles (souches H 30 à H 48) appartiennent à la f. sp. **tritici** de ***P. graminis*** et ont été étudiées au chapitre précédent ; la race 21 a été identifiée 17 fois et la race 14 deux fois (souches H 39 et H 42). Une souche H 29 appartenant à la f. sp. **secalis** de ***P. graminis*** est étudiée au chapitre suivant.

C) Rouille noire des Seigles.

En 1957, trois souches provenant du Seigle et appartenant toutes trois à la f. sp. **secalis** de ***P. graminis*** ont été étudiées :

S 32 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téléutospores recueillies sur Seigle *Petkus* à Grignon (Seine-et-Oise), 19 septembre 1956.

S 33 : à partir d'urédoespores recueillies sur Seigle à Alger (Algérie), 9 mai 1957.

S 34 : *id*, même station, 20 mai 1957.

Nous rattachons également à la f. sp. **secalis** de ***P. graminis*** les souches suivantes étudiées en 1957 :

Ag 33 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téléutospores recueillies sur *Agropyrum caninum*, au Val Suzon près Dijon (Côte-d'Or), 29 septembre 1956.

Bb : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris* à Curti-sous-Burnand près Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire), 26 avril 1957.

Bb 19 : *id*, même station, 26 avril 1957.

(1) L'un de nous a récemment précisé l'importance respective des différentes races isolées à ce jour en Europe et dans le bassin méditerranéen et le sens de l'évolution de certaines de ces races :

M. MASSENOT : Les races physiologiques de ***Puccinia graminis tritici*** en Europe et dans les pays du bassin méditerranéen (*Premier colloque européen et nord-africain de la Rouille noire*, Versailles-Grignon 13-15 octobre 1958).

TABLEAU VII

Réaction de diverses variétés de Blé à l'infection par trois souches de *Puccinia graminis tritici* en 1958 (matériel infectieux récolté en 1957 pour les souches Aeg 10 et T 223 et en 1958 pour la souche T 237).

Variétés	Aeg 10 (race 21)	T 223 (race 21)	T 237 (race 40)
Alisne	III-	IV	—
Alberti	IV	IV	—
Alex	IV—	IV	—
Alma	IV—	IV—	—
Alsace 22	IV—	IV—	—
Alter de Gembloux	IV	III	—
Anniversario	i	o	—
Apex	II+	I+	III+
Ardennes	IV—	III	—
Aubers	o+	IV	—
Banco	IV	IV	—
Barbu de Crussol	IV—	III+	—
B D Maroc 250	IV—	III+	—
Benvenuto Yucca	III+	II+	—
Bersée (Hybride de)	IV—	III+	—
Bladette de la Garonne	IV—	IV—	—
Blé Seigle	II+	III+	—
Cadet 335	III	IV	—
Cappelle	IV—	IV—	—
Carleton	o+	o+	—
Carlotta Strampelli	IV—	III+	I+
Carsten V	IV	III	—
Carstens	IV	IV	—
Chamorro de Hellin	III	IV	—
Chineese 166	IV—	IV	IV
Colmar 115	III	III	—
Colmar 145	IV—	IV—	—
Comeia rouge	o	o	—
Côte d'Or	IV—	III	—
Docteur Mazet	IV	IV	—
Dômes (blé des)	IV	III—	IV
Elite	III	III+	—
Epeautre blanc	III	IV	IV
Eroica 2	IV	IV	—
Etoile de Choisy	o+	o	IV
Exchange	II	II+	—
Extra Kolben II	III	III	—
Florence 135	IV	II+	—
Florence-Aurore 250	o	III	—
Florence-Aurore 8193	IV	IV	—
T 117 Flor. Aur. × Pusa 4 1d1	III	IV	—
T 120 Flor. Aur. × Pusa 4 1d1	III	IV	—
T 117 Flor. Aur. × Pusa 4 5d3	IV—	IV—	—
Flor. × Ford 1350 5d1	III+	IV	—
Flor. × Stamura 5 s 10	III+	IV—	—
Fondard-Crespin	IV—	III+	—
Franc Nord	IV—	IV—	—
Frigor	III	IV—	—
Frontana R L 2336	I	II+	—
Fronteira	III+	IV	—
Fundation	o+	o+	—
Funo	IV—	IV	—
Fylgia	o	III+	IV—
Gabo	o	o+	o
GN = 80-3	i	i	IV
GP = 90-2	i	i	IV
Granadero	IV—	III—	—
Guatrache	i	o	IV

TABLEAU VII (*suite*)

Variétés	Aeg 10 (race 21)	T 223 (race 21)	T 237 (race 40)
<i>Halle 3435/46</i>	IV	IV	—
<i>Hebrard</i>	III+	IV—	—
<i>Heine C5</i>	IV	IV	—
<i>Heine II</i>	IV	III+	—
<i>Heine VII</i>	IV—	III	IV
<i>Heine E 56</i>	IV	IV—	IV—
<i>Heines Kolben</i>	IV	III	IV—
<i>Heurtebise</i>	III	IV	—
<i>Holzapfels Fruhe</i>	IV	IV	—
<i>Hope</i>	II+	III	IV
<i>Hope 1237</i>	I+	I	—
<i>Hope × Reliance</i>	I	I	—
<i>Indikator Vogelsang</i>	IV	IV	—
<i>Japon 45</i>	IV	IV	—
<i>Japon 50</i>	IV	III+	—
<i>Jufy I</i>	IV	IV	—
<i>Kenya 1294 6d2</i>	o	o	o+
<i>Kenya 1297 18d3</i>	IV	II—	o+
<i>Klein 33</i>	I	I	—
<i>Klein 40</i>	III—	II+	—
<i>Leda</i>	IV	IV	—
<i>Lee</i>	—	I	o
<i>38 M A</i>	II	I+	—
<i>38 M A P</i>	o+	I	—
<i>Mac Murrachy</i>	I	o	IV—
<i>Magdalena</i>	IV—	III+	IV
<i>Maître Pierre</i>	III+	IV	—
<i>Mariau</i>	III	IV	—
<i>Marmin</i>	II	IV—	—
<i>Marne</i>	III	III	—
<i>Marquillo</i>	—	III	—
<i>Marquis × Emmer</i>	o	i	—
<i>Montana</i>	IV	IV	IV
<i>Miana</i>	III+	III+	—
<i>Miche</i>	III	IV	—
<i>Michigan Amber</i>	III	IV	—
<i>Minhardi 3</i>	IV—	IV	—
<i>Molinel</i>	IV	IV	—
<i>de Monsieur Wauers</i>	I+	o	—
<i>Newhatch</i>	i	i	i
<i>Noue (Hybride de la)</i>	III+	IV	—
<i>Orgulo</i>	IV—	III—	—
<i>Oro</i>	i	i	IV
<i>Otofle 56</i>	IV	IV	—
<i>Ottowulf</i>	II	III—	—
<i>Oued Zenati 368</i>	II	III—	—
<i>Panter</i>	IV	IV	—
<i>Paris Vilmorin</i>	IV—	IV	—
<i>Peko</i>	—	IV	—
<i>Pentad × Marquis</i>	II+	III	—
<i>Persian variety</i>	IV	IV	—
<i>Petanelle blanche</i>	o	o+	—
<i>Petanielle de Beauce</i>	III+	IV	—
<i>Petibianco</i>	—	i	—
<i>Petirojo</i>	—	III	—
<i>Petit Quinquin</i>	IV	III+	—
<i>Pia</i>	IV—	IV—	—
<i>Piave 692</i>	o+	I+	IV
<i>Piave 702</i>	I+	I	IV
<i>Pilot</i>	—	o	—
<i>Planalto</i>	—	o+	—
<i>Plantahof 3</i>	III	III	—
<i>P L M 1</i>	IV—	IV	—
<i>Poncheau</i>	IV	IV	—
<i>Progres</i>	IV	III	—

TABLEAU VII (*suite*)

Variétés	Aeg 10 (race 21)	T 223 (race 21)	T 237 (race 40)
Provins	IV	IV	—
Pusa 6 5d 1	III	IV—	—
Pusa 26 × Flor. 1344 17 d 1	I	II+	—
Pusa × Flor. × Garnet 2 l 1	IV	III	—
Redman	—	o	—
Regent	i	o	IV
Reichersberg 42	—	o	—
Rieti 11	III+	III	—
Rouge d'Ecosse	III+	IV	—
Rouge prolifique barbu	III+	III+	—
(R L 1742 × Carleton) R L 3048	—	o	—
(R L 1742 × Carleton) R L 2564	—	o	—
Rouvillers	IV	III+	—
Rudest	IV	IV	—
Rubis	IV	IV	—
Sbei × m'Rari	III+	IV	—
Sedonska	—	IV	—
Selkirk	—	o+	—
Spaldings	IV	IV	—
Staring	IV—	IV—	—
Strubes Dickopf	IV—	IV	—
Sully	IV	IV	—
Syndyuk × Mahmoudi 870	IV	IV—	—
Taca	IV—	IV	—
Tadepi	III—	III+	—
Thatcher	i	i	i
Timstein	—	o	o
Tour (Hybride de la)	IV	IV—	—
Universal 1	III+	IV	—
Vaillant	IV	IV	—
Vilmorin Sud	III	IV	—
Vilmorin 23	IV	IV	—
Vilmorin 29	IV	IV	—
Vilmorin 49	III	IV	—
Vilmorin 53	III	IV	—
Wards prolific	—	II+	—
W J 17	—	IV	—
Warren	III	IV	IV
Webster	I	I	—
Werla	III+	III+	—
Yga	III	III+	—
T. timopheevi	o	II+	III+

Bb 20 : *id*, même station, 1^{er} juin 1957.E 12 : à partir d'urédospores recueillies sur *Elymus europaeus* sur les pentes du Grand Colombier près Aix-les-Bains (Savoie), 1200 m alt., 17 septembre 1957.

En 1958, cinq souches provenant du Seigle ont été étudiées ; quatre d'entre elles appartiennent à la f. sp. **secalis** de **P. graminis** ce sont :

S 35 : à partir d'urédospores recueillies sur Seigle à Triebberg (Allemagne : Forêt Noire), 11 août 1957 (souche conservée en serre pendant l'hiver 1957-58).

S 36 : *id.* sur repousses de Seigle à Salé près Rabat (Maroc), 30 janvier 1958.

S 37 : *id.* près Rabat (Maroc), 13 mars 1958.

S 38 : *id.*, vers Targa n'Ait Irat (Maroc : Grand-Atlas), 12 juin 1958.

La souche S 39, provenant de cette dernière station et étudiée au chapitre précédent, a montré son appartenance à la f. sp. **tritici** de **P. graminis** (race 21). C'est la première fois que cette forme spéciale est isolée du Seigle.

Nous rattachons également à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* trois souches isolées de Chiendents, une souche isolée d'*Elymus caput-medusae* et une souche isolée de l'Orge :

Ag 34 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies sur *Agropyrum caninum* à Lescheraines près Aix-les-Bains (Savoie), 17 septembre 1957.

Ag 25 : id. sur *Agropyrum repens* près Orléans (Loiret), mars 1958.

Ag 36 : à partir d'urédolespores recueillies sur *Agropyrum caninum* sur les pentes du Grand Colombier près Aix-les-Bains (Savoie) 1000 m alt., 15 septembre 1958.

E 13 : id. sur *Elymus caput-medusae* à Grignon (Seine-et-Oise), 8 juillet 1958.

H 29 : *id.* sur repousses d'Orge cultivée à Salé près Rabat (Maroc), 7 février 1958.

Les résultats essentiels de l'expérimentation réalisée en 1957 et en 1958 à l'aide de ces diverses souches de *P. gr. secalis* sont résumés dans les tableaux VIII et IX.

TABLEAU VIII

Réaction des Graminées et des céréales à l'égard des souches de **Puccinia graminis secalis** en provenance du Seigle, des Berberis et de quelques Graminées en 1957.

TABLEAU IX

Réaction des Graminées et des céréales à l'égard des souches de *Puccinia graminis secalis* en provenance du Seigle et de quelques Graminées en 1958.

Hôtes	Ag 34	H 29	S 35	S 36	S 37
<i>Aegilops bicornis</i>	i	o	o	o	i
» <i>caudata</i>	i	o	o	o	I
» <i>crassa</i>	II—	III—	III+	II+	IV
» <i>cylindrica</i>	o	II+	II+	II—	o
» <i>macrochaeta</i>	o	I+	II	o+	II+
» <i>ovata</i>	o	o	II	II	o+
» <i>speltooides</i>	i	o	o	o	o+
» <i>squarrosa</i>	o	o+	II—	o	I
» <i>triuncialis</i>	II	III	III	II	I
» <i>ventricosa</i>	o+	i	o	o	o+
<i>Agropyrum acutum</i>	o+	i	o+	o+	o+
» <i>campestre</i>	—	—	III	—	—
» <i>caninum</i>	IV	II	III+	III	II+
» <i>cristatum</i>	—	—	I	o	i
» <i>donianum</i>	—	—	III	—	—
» <i>fragile</i>	—	—	i	—	—
» <i>intermedium</i>	—	i	II+	—	o+
» <i>juncinum</i>	i	o	II+	o	o+
» <i>orientale</i>	—	—	IV	—	—
» <i>panormitanum</i>	III+	II+	III+	II	II+
» <i>pauciflorum</i>	—	—	o	—	II+
» <i>pectiniforme</i>	—	—	i	—	—
» <i>ponticum</i>	—	—	—	o	o
» <i>repens</i>	o	o	III	i	i
» <i>rigidum</i>	—	—	II+	—	III
» <i>sibiricum</i>	i	i	—	i	o
» <i>tenerum</i>	—	II+	IV—	II	III
» <i>triticeum</i>	—	—	o+	—	—
<i>Bromus arduennensis</i>	II—	o	i	o	o
» <i>arvensis</i>	—	—	o+	o	o
» <i>ciliatus</i>	—	i	i	i	o
» <i>commutatus</i>	o	i	i	i	o
» <i>erectus</i>	i	i	i	i	i
» <i>fasciculatus</i>	—	i	o+	o	I+
» <i>gussonei</i>	i	o	i	o	o
» <i>lepidus</i>	i	i	i	o	o+
» <i>macrostachys</i>	II	o	I	o+	II—
» <i>madritensis</i>	o+	o+	II	o+	I+
» <i>maximus</i>	o	o+	I	o	o
» <i>mollis</i>	II	i	o+	o+	o
» <i>patulus</i>	II	o	I+	o	o+
» <i>racemosus</i>	—	i	i	i	i
» <i>rubens</i>	o+	o+	II—	o+	o
» <i>schraderi</i>	—	i	i	i	o+
» <i>secalinus</i>	i	i	i	i	II+
» <i>squarrosum</i>	I+	I+	II	I	II+
» <i>sterilis</i>	I	o+	I	o+	I
» <i>tectorum</i>	I	o+	i	i	o
» <i>transsilvanicus</i>	—	i	i	i	o
» <i>vilosus</i>	i	i	i	i	o
<i>Cynosurus aureus</i>	o	II+	II	I+	II

TABLEAU IX (suite)

Hôtes	Ag 34	H 29	S 35	S 36	S 37
<i>Dactylis glomerata</i>	i	i	i	i	i
<i>Elymus canadensis</i>	—	III	IV	i	III+
" <i>capul-medusae</i>	—	o	IV	III+	III+
" <i>europaeus</i>	—	—	—	o+	—
" <i>hordeiformis</i>	III	II	III	I	III+
" <i>virginicus</i>	III+	I+	II+	—	II—
<i>Hordeum bulbosum</i>	i	i	I	i	i
" <i>jubatum</i>	—	I	III+	II	II
" <i>maritimum</i>	—	II	III—	III—	III
" <i>murinum</i>	—	I+	II+	i	II
" <i>trifurcatum</i>	—	I	i	i	I
" <i>zeocriton</i>	—	o	I	i	I
<i>Lolium temulentum</i>	i	i	i	i	i
<i>Secale montanum</i>	—	I	II—	—	I+
Seigle <i>Petkus</i>	IV	IV	IV	IV	IV
Blé <i>Little Club</i>	o+	o+	o+	o+	o+
Avoine <i>Grise d'hiver</i>	i	i	i	i	i

D) Rouille noire des Avoines.

En 1957, la forme spéciale *avenae* de ***Puccinia graminis*** a été étudiée à partir de six souches dont quatre en provenance d'écidies sur Epine-vinette, une de l'Avoine cultivée et une de l'Avoine élevée :

A 34 : à partir d'urédospores recueillies sur Avoine cultivée à Grignon (Seine-et-Oise), 26 août 1957.
 Ar 15 : *id.* sur *Arrhenatherum elatius* à Trévignin près Aix-les-Bains (Savoie), 11 septembre 1957.
 Bb 21 : à partir d'écidiospores recueillies sur *Berberis vulgaris* près Nuits-Saint-Georges (Côte-d'Or), 25 avril 1957.

Bb 22 : *id.*, même station, 25 avril 1957.

Bb 23 : *id.*, Fontaines près Chagny (Saône-et-Loire), 26 avril 1957.

Bb 24 : *id.*, Curtil-sous-Burnand près Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire), 1^{er} juin 1957.

En 1958, deux souches appartenant à la f. sp. *avenae* de ***P. graminis*** ont été étudiées.

A 35 : à partir d'urédospores recueillies sur Avoine cultivée à Boulaouane (Maroc), 2 mai 1958.
 D 9 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores recueillies sur *Dactylis glomerata* au Grand Colombier, près Aix-les-Bains (Savoie), 1400 m alt., 17 septembre 1957.

Les principaux résultats de l'expérimentation effectuée à l'aide de ces diverses souches sont résumés dans le tableau X.

E) Rouille noire des *Aegilops*.

Sept souches de Rouille noire en provenance des *Aegilops* ont été soumises à l'expérimentation en 1957 et 1958.

La souche Aeg 10 isolée en 1957 et étudiée en 1957 et 1958, les souches Aeg 11 à Aeg 16 expérimentées en 1958 et appartenant toutes à la race 21 de la f. sp. *tritici* de ***P. graminis***, ont été étudiées au chapitre A avec les souches provenant des Blés.

TABLEAU X

Réaction des Graminées et des céréales à l'infection par les souches de *Puccinia graminis avenae* en provenance de l'Avoine, des Berberis, de l'Avoine élevée et du Dactyle en 1957 et 1958.

Hôtes	A 34	A 35	Ar 15	Bb 21	Bb 22	D 9
<i>Agrostis canina</i>	i	—	—	i	i	—
» <i>spica-venti</i>	—	—	—	—	—	III
<i>Aira canescens</i>	II	—	—	—	—	—
<i>Alopecurus arundinaceus</i>	I	I	—	o+	I	i
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	i	i	—	i	i	i
<i>Arrhenatherum elatius</i> ..	III	III	IV	II+	II+	I
<i>Avena abyssinica</i>	—	IV	—	IV	III	—
» <i>barbata</i>	IV	IV	—	IV	III	—
» <i>bromoides</i>	—	—	—	III	—	—
» <i>byzantina</i>	—	IV	—	—	—	—
» <i>chinensis</i>	—	IV	—	—	—	—
» <i>nuda</i>	IV—	IV	—	IV	IV	—
» <i>orientalis</i>	—	IV	—	—	—	—
» <i>sativa</i>	—	—	—	—	—	—
» var. <i>Jostain</i> .	III	—	—	o	III—	—
» <i>Minrus</i> .	I+	—	—	IV	II	—
» <i>Richland</i> .	IV	III	IV	IV	IV—	IV
» <i>Ruakura</i> .	IV	—	—	IV	IV—	—
» <i>sterilis</i>	IV—	IV	—	IV	IV	—
» <i>strigosa</i>	IV	IV	—	IV	IV	—
<i>Briiza maxima</i>	i	i	—	III—	i	—
<i>Bromus arduennensis</i> ..	—	o	—	—	—	—
» <i>arvensis</i>	i	—	i	I+	—	—
» <i>fasciculatus</i>	—	—	—	—	—	—
» <i>macrostachys</i> ..	o	o+	—	—	—	—
» <i>maximus</i>	i	II	i	—	—	—
» <i>patulus</i>	—	o	—	—	—	—
» <i>rubens</i>	—	o+	—	—	—	—
» <i>squarrosum</i>	—	I	—	—	—	—
» <i>sterilis</i>	o	—	II	I	—	—
» <i>tectorum</i>	III	—	i	I	—	—
<i>Cynosurus aureus</i>	III+	IV	—	IV	IV	IV
» <i>cristatus</i>	—	III	—	—	—	—
» <i>echinatus</i>	i	o	—	i	i	—
<i>Dactylis glomerata</i>	III—	III+	III	III	II+	IV
<i>Festuca triflora</i>	—	—	—	—	—	II+
<i>Gaudinia fragilis</i>	i	—	—	III+	—	—
<i>Koeleria phleoides</i>	—	—	—	II+	—	—
<i>Lolium italicum</i>	—	—	—	—	—	II—
» <i>temulentum</i>	i	i	III	i	—	i
<i>Melica bauhini</i>	III	—	—	—	—	—
<i>Phalaris arundinacea</i> ..	III	—	—	—	—	—
» <i>coeruleescens</i>	o+	—	—	—	—	—
<i>Phleum pratense</i>	III—	—	i	—	—	—
<i>Poa pratensis</i>	i	—	i	i	—	—
» <i>trivialis</i>	III	—	—	—	—	—
<i>Trisetum flavescens</i>	i	—	i	i	—	—
<i>Vulpia myuros</i>	III	—	i	—	—	—

F) Rouille noire des Agropyrum.

La souche Ag 33 isolée en 1957 et les souches Ag 34, Ag 35 et Ag 36 isolées en 1958 appartiennent à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* ; elles ont été étudiées au chapitre C.

G) Rouille noire des *Arrhenatherum*.

La souche Ar 15, expérimentée en 1957 et provenant de l'Avoine élevée, a été étudiée au chapitre D en raison de son appartenance à la f. sp. *avenae* de *P. graminis*.

Une souche Bb 25, provenant d'écides sur *Berberis vulgaris* recueillies à Bligny-sur-Ouche près de Beaune (Côte d'Or) le 25 avril 1957, a montré son appartenance à la f. sp. *arrhenatheri* de *P. graminis*. L'expérimentation réalisée en serre à partir de cette souche a permis l'obtention, sur diverses céréales et Graminées, des types de réaction suivants :

- IV — sur *Arrhenatherum elatius* et *Dactylis glomerata*.
- IV — sur *Poa pratensis*.
- III+ sur *Alopecurus pratensis* et *Trisetum flavescens*.
- II+ sur *Alopecurus arundinaceus*, *Lagurus ovatus* et *Vulpia alopecuroides*.
- O+ sur *Phalaris tuberosa*.
- i sur Blé, Seigle, Avoine, *Agropyrum repens*, *Agrostis alba* et *canina*, *Avena bromoides*, *pratensis* et *pubescens*, *Bromus tectorum*, *Festuca heterophylla*, *Gaudinia fragilis*, *Lolium perenne* et *temulentum* et *Phalaris minor*.

H) Rouille noire des *Berberis*.

Jusqu'en 1956, seules avaient été étudiées, quant à leur spécialisation parasitaire, les écides sur Epine-Vinette en provenance de la région parisienne ou des Alpes du Dauphiné et du Briançonnais. Ces écides avaient montré leur appartenance soit à la f. sp. *secalis* de *P. graminis* (en liaison le plus souvent avec les *Agropyrum*), soit à diverses formes spéciales graminicoles ; en aucun cas, les f. sp. *avenae* et *tritici* de *P. graminis* n'avaient été isolées à partir des *Berberis* de ces deux régions de France.

En 1957, au cours d'un voyage printanier en Bourgogne (Côte d'Or, Saône-et-Loire) où les *Berberis* sont assez communs (en particulier sur les formations calcaires des terrains jurassiques, dans les bois, dans les haies, le long des chemins ou en bordure des cultures), nous avons effectué 74 prélèvements d'écides sur *Berberis* (1) qui ont servi à contaminer en serre un lot différentiel de céréales et de Graminées choisies pour leur réceptivité sélective aux diverses formes spéciales connues de *Puccinia graminis*.

Sur ces 74 prélèvements, 37 ont procuré une infection positive du Seigle (f. sp. *secalis* : 50 p. 100), 22 une infection positive de diverses Graminées (f. sp. graminicoles, le plus souvent non identifiées : 30 p. 100),

(1) Nous remercions bien vivement Monsieur l'Ingénieur principal des Services agricoles de Saône-et-Loire et ses collaborateurs, qui ont bien voulu nous apporter leur aide très précieuse dans l'accomplissement de notre travail.

8 une infection positive du Blé (f. sp. *tritici* : 11 p. 100) et 7 une infection positive de l'Avoine (f. sp. *avenae* : 9 p. 100).

L'étude de certaines souches a été poussée plus loin que la simple identification de la forme spéciale.

Ainsi, les souches Bb 16 et Bb 17, appartenant respectivement aux races 69 et 21 de la f. sp. *tritici* de *P. graminis*, ont été étudiées au chapitre A.

Remarquons, à ce propos, que la race 21 appartient au groupe de races responsables de l'épidémie générale antérieurement définie par nous⁽¹⁾ ; il n'est pas surprenant de retrouver sur *Berberis* la race qui, depuis plusieurs années, est prédominante en Afrique du Nord et en Europe.

Quant à la race 69, qui appartient au groupe des races accessoires et locales, elle avait déjà été isolée sur le Blé par J. PONCHET⁽²⁾, précisément dans cette même localité de Saône-et-Loire où nous l'avons identifiée sur *Berberis*, mais n'a jamais été rencontrée ailleurs en France, ce qui semble montrer que ces races accessoires et locales sont en liaison avec les *Berberis*, qui paraissent indispensables à leur perpétuation et qu'elles peuvent jouer un certain rôle dans les cultures situées à proximité de ces arbustes.

Les souches Bb 18, Bb 19 et Bb 20, appartenant à la f. sp. *secalis*, ont été étudiées au chapitre C.

Les souches Bb 21, Bb 22, Bb 23 et Bb 24, appartenant à la f. sp. *avenae*, ont été étudiées au chapitre D.

La souche Bb 25 enfin, rattachée à la f. sp. *arrhenatheri*, a été présentée au chapitre G.

D'autres formations écidiennes sur *Berberis* ont été étudiées en dehors du foyer bourguignon.

Ainsi, en Sierra Nevada ibérique, un important foyer de Rouille noire évoluant, entre 1500 et 1700 mètres d'altitude, sur diverses Graminées (*Arrhenatherum elatius*, *Avena bromoides*, *Cynosurus echinatus*, *Festuca granatensis*, *Gaudinia fragilis*, *Koeleria vallesiana*) est en liaison évidente avec une phase écidienne sur *Berberis hispanica*.

La souche Bb 26, provenant d'écidiées recueillies sur *Berberis hispanica* en Sierra Nevada espagnole le 23 avril 1957, a permis l'obtention d'un degré d'attaque II+ sur *Avena bromoides* et I+ sur *Arrhenatherum elatius*, sans que puisse être précisée la forme spéciale en cause. Le Blé, le Seigle, l'Avoine, *Cynosurus echinatus*, *Koeleria setacea* et *Lolium temulentum* n'ont pu être infectés à l'aide de cette souche (voir aussi chapitre L).

⁽¹⁾ L. GUYOT et M. MASSENOT : État actuel de l'épidémiologie de la Rouille Noire du Blé (*Puccinia graminis tritici*) en Europe et en Afrique du Nord (*C. R. IV^e Congrès Int. Lutte contre Ennemis des Plantes* Hambourg 1, 2, 20, p. 125-128, 1957).

⁽²⁾ J. PONCHET : Evolution et spécialisation du *Puccinia graminis tritici* en France au cours de la période 1952-54 (*Ann. Epiph.*, 11, p. 229-251, 1956).

Est aussi à l'étude un important foyer de Rouille noire évoluant, entre 1450 et 2 500 mètres d'altitude, dans les Atlas marocains, d'une part sur *Berberis hispanica*, d'autre part sur diverses Graminées indigènes (le plus souvent *Agropyrum marginatum*, *Arrhenatherum elatius* et *erianthum*, *Dactylis glomerata* et *Haynaldia hordeacea*, plus rarement *Anthoxanthum odoratum*, *Avena bromoides* et *jahandiezii*, *Bromus ramosus benekeni*, *Festuca triflora*, *Oryzopsis paradoxa*, *Poa* sp. et *Trisetum flavescentis*).

Il est vraisemblable qu'une forte proportion de formations écidientes sur *Berberis hispanica* des Atlas marocains appartient à des formes spéciales graminicoles.

Les nombreux échantillons écidifères qui nous ont été envoyés du Maroc en 1957 et 1958 n'ont malheureusement pas livré leur secret, n'ayant pas supporté le voyage. Seule, une souche Bb 27 provenant d'écidies sur *Berberis hispanica* recueillies entre Midelt et Jaffar, vers 2 200 mètres d'altitude, dans le Haut-Atlas marocain, le 27 mai 1957, a permis l'obtention d'un degré d'attaque III sur *Festuca granatensis* et 0 sur *Arrhenatherum elatius*, alors que le Blé, le Seigle, l'Avoine, *Agropyrum panormitanum*, *Avena bromoides*, *Bromus squarrosus* et *tectorum*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata* et *Koeleria phleoides* restaient indemnes.

Il est possible, cependant, qu'une certaine proportion de ces formations écidientes appartiennent à des formes spéciales céréalicoles, puisque nos observations antérieures nous avaient permis de reconnaître la présence, sur certaines des Graminées forestières du Moyen-Atlas marocain, de la forme spéciale ***tritici*** de ***P. graminis*** : races 17 et 21 sur *Agropyrum marginatum* (souches Ag 25 et Ag 26 de 1954), race 21 sur *Haynaldia hordeacea* souche Ha 1 de 1954), race 75 sur *Bromus ramosus benekeni* (souche Br 7 de 1954) (1).

I) Rouille noire des *Bromus*.

Neuf souches de Rouille noire des Bromes (Br 9 à Br 17) provenant du Maroc et expérimentées en 1958 ont montré leur appartenance à la race 21 de ***Puccinia graminis tritici*** et sont étudiées au chapitre A.

J) Rouille noire des *Dactylis*.

Quatre souches de Rouille noire en provenance de *Dactylis glomerata* ont été étudiées en 1957 et 1958 (souches D 8 à D 11).

La souche D 9, appartenant à la f. sp. ***avenae*** de ***P. graminis*** est étudiée au chapitre D.

(1) Sur l'épidémiologie de la Rouille noire au Maroc, voir G. MALENÇON : Données préliminaires sur l'épidémiologie de la Rouille noire des céréales au Maroc. (*Premier colloque européen et nord-africain de la Rouille noire*, Versailles-Grignon, 13-15 octobre 1958.)

La souche D 8, appartenant à la f. sp. *lolii* de *P. graminis*, est étudiée au chapitre N.

Les deux autres souches, étudiées en 1958, semblent appartenir à la f. sp. *dactylidis* de *P. graminis* antérieurement définie par nous ; ce sont les souches :

D 10 : à partir d'urédospores recueillies sur *Dactylis glomerata*, à Maison-Carrée près d'Alger (Algérie), 7 décembre 1957.

D 11 : à partir d'écidiospores issues par passage sur *Berberis* de téleutospores portées par *Dactylis glomerata* à La Rochepot près Chagny (Côte-d'Or), 18 septembre 1957.

La souche D 10 parasitait une touffe de Dactyle près d'Alger et semble avoir persisté au stade urédosporé pendant tout l'hiver puisque des échantillons nous ont été envoyés (1) le 7 décembre 1957 (échantillon très copieux, stade urédo en pleine évolution), le 21 janvier 1958 (échantillon assez maigre, stade urédo sensiblement très ralenti dans son activité, début de passage à téleuto) et le 15 février 1958 (échantillon assez copieux, stade urédo apparemment en voie d'extension).

Cette souche D 10 a été particulièrement étudiée et a donné lieu aux degrés d'attaque suivants :

IV sur *Dactylis glomerata* (en particulier sur toutes les variétés de Dactyle essayées) (2) et sur *D. hispanica*.

IV— sur *Festuca triflora*.

III+ sur *Vulpia myuros*.

III sur *Cynosurus aureus* et *Vulpia longiseta*.

II+ sur *Koeleria alpicola*.

II sur *Arrhenatherum elatius*, *Bromus fasciculatus*, *Elymus virginicus*, *Holcus lanatus* et *mollis*, *Phleum arenarium*, *boehmeri* et *pratense* et *Poa trivialis*.

I+ sur *Lolium multiflorum*.

I sur *Bromus villosus*, *Cynosurus echinatus* et *Poa bulbosa*.

O+ sur *Bromus tectorum*, *Elymus canadensis*, *Festuca silvatica* et *valesiaca*.

O sur *Anthoxanthum odoratum*, *Bromus schraderi* et *squarrosum*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca heterophylla* et *violacea*, *Koeleria gracilis* et *phleoides*, *Poa compressa*, *nemoralis*, *pratensis* et *trivialis*.

i sur Avoine, Blé, Seigle, *Agrostis spica-venti* et *vulgaris*, *Alopecurus agrestis*, *arundinaceus*, *geniculatus* et *pratensis*, *Avena barbata* et *nuda*, *Briza maxima*, *media* et *minor*, *Bromus arduennensis*, *arvensis*, *ciliatus*, *commutatus*, *erectus*, *gussonei*, *lepidus*, *macrostachys*, *madritensis*, *maximus*, *mollis*, *patulus*, *racemosus*, *rubens*, *secalinus* et *sterilis*, *Elymus europaeus* et *hirsutiglumis*, *Festuca arundinacea*, *duriuscula*, *gigantea*, *ovina* et *pratensis*, *Gaudinia*

(1) Nous remercions vivement M. G. CHEVASSUT, Chef de travaux à l'École Nationale d'Agriculture d'Alger, qui a bien voulu nous faire ces intéressants envois.

(2) *Barenza*, C. B., *Dorise*, *Floreal*, *Germinial*, *Heidemij*, *Late Roskilde* II, *Lemba*, *Monnersteeg*, *Montpellier* S. P. V., *Pajbjerg* II, *Pajbjerg Milka* II, *Prairial*, *Roskilde* II (hay type) S26, S37, S143, *Trifolium* II 6280, *Trifolium A* II 6467, *Trifolium* 06516, *Trifolium* 01631.

fragilis, *Hordeum bulbosum* et *murinum*, *Koeleria maritima* et *setacea*, *Lagurus ovatus*, *Lolium italicum*, *perenne*, *remotum* et *rigidum*, *Phleum asperum*, *michelii* et *nodosum*, *Poa palustris*, *Trisetum distichophyllum*, *flavescens* et *paniceum*, *Vulpia geniculata* et *sciurooides*.

La souche D 11 a donné lieu aux réactions suivantes :

IV sur *Dactylis glomerata* (en particulier sur toutes les variétés essayées avec la souche précédente D 10).

III— sur *Arrhenatherum elatius*.

i sur Avoine, Blé, Seigle, *Lolium remotum* et *temulentum*.

K) Rouille noire des *Elymus*.

Les souches E 12, étudiée en 1957, et E 13, étudiée en 1958, appartenant toutes deux à la f. sp. *secalis* de *Puccinia graminis*, sont présentées au chapitre C.

L) Rouille noire des *Festuca*.

Deux souches de Rouille noire provenant des Fétuques, incertaines quant à l'identification de la forme spéciale auxquelles elles doivent être rattachées, ont fait l'objet d'une expérimentation en 1957.

F 11 : à partir d'écidiospores issues, par passage sur *Berberis*, de téleutospores recueillies sur *Festuca granatensis*, Sierra Nevada (Espagne), 23 avril 1957.

F 12 : à partir d'urédospores recueillies sur *Festuca arundinacea*, à Trévignin près Aix-les-Bains (Savoie), 14 septembre 1957.

La souche F 11 a permis l'obtention des degrés d'attaque suivants :

IV sur *Festuca granatensis*.

III+ sur *Arrhenatherum elatius* et *Avena bromoides*.

III sur *Dactylis glomerata*.

II+ sur *Phleum pratense* et *Vulpia myuros*.

O+ sur *Bromus tectorum*.

i sur Avoine, Blé, Seigle, *Bromus maximus*, *Cynosurus aureus* et *echinatus*, *Holcus lanatus*, *Koeleria phleoides* et *setacea*, *Lagurus ovatus*, *Lolium temulentum* et *Poa pratensis*.

La souche F 12 a donné lieu aux types d'attaque suivants :

IV— sur *Festuca arundinacea*.

II+ sur *Lolium temulentum*.

O+ sur *Lolium perenne*.

o sur *Phleum pratense*.

i sur Avoine, Blé, Seigle, *Arrhenatherum elatius* et *Dactylis glomerata*.

M) Rouille noire des *Haynaldia*.

Les souches Ha 2 et Ha 3 provenant d'*Haynaldia hordeacea* au Maroc et étudiées en 1957 et 1958 appartiennent à la race 21 de la f. sp. *tritici* de *P. graminis* ; elles sont présentées au chapitre A.

N) Rouille noire des *Lolium*.

Quatre souches de *Puccinia graminis* en provenance des *Lolium* et appartenant à la f. sp. *lolii* de *P. graminis* ont été étudiées en 1957 (souches L 27, L 28 et L 29) et en 1958 (souche L 30) ; nous adjoignons à ces souches la souche D 8, isolée en 1957 du Dactyle et qui appartient également à la f. sp. *lolii*.

L 27 : à partir d'urédospores recueillies sur *Lolium perenne* à Belley (Ain), 3 septembre 1957.
 L. 28 : *id.* sur *Lolium perenne* à Trévignin près Aix-les-Bains (Savoie), 11 septembre 1957.
 L 29 : *id.* sur *Lolium perenne* à Grignon (Seine-et-Oise), 10 octobre 1957.
 L 30 : *id.* sur *Lolium rigidum* à Montpellier (Hérault), 20 mai 1958.
 D 9 : *id.* sur *Dactylis glomerata* à Trévignin près Aix-les-Bains (Savoie), 11 septembre 1957.

Les principaux résultats de l'expérimentation réalisée à l'aide de ces souches sont résumés dans le tableau XI.

Le comportement particulier de la souche L 28, qui attaque le Seigle au degré III+, est remarquable mais non pas nouveau : en 1945, la souche L 5 provenant de Grignon avait donné un degré d'attaque III sur le Seigle, la souche L 9 provenant de Montpellier un degré d'attaque II, tandis qu'en 1949 la souche L 20 provenant de Dabo (Moselle) nous avait fourni un degré d'attaque III sur le Seigle.

O) Rouille noire des *Phleum*.

En 1957, une souche Phl 3 provenant d'urédospores recueillies sur *Phleum pratense* à Grignon (Seine-et-Oise) le 10 octobre 1957 a pu être rattachée à la f. sp. *phlei-pratensis* de *Puccinia graminis* ; cette souche a montré les aptitudes parasitaires suivantes :

III sur *Phleum pratense*.

II+ sur *Dactylis glomerata*.

II sur *Arrhenatherum elatius* et *Lolium italicum*.

I sur *Bromus squarrosus* et *Koeleria phleoides*.

0+ sur *Bromus madritensis*.

0 sur *Bromus tectorum*.

i sur Avoine, Blé, Seigle, *Agrostis canina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza maxima*, *Bromus arvensis*, *macrostachys*, *maximus* et *sterilis*, *Cynosurus cristatus* et *echinatus*, *Festuca arundinacea*, *gigantea* et *heterophylla*, *Gaudinia fragilis*, *Holcus lanatus*, *Lagurus ovatus*, *Lolium italicum* et *temulentum*, *Poa bulbosa* et *pratensis*, *Trisetum flavescens* et *Vulpia myuros*.

TABLEAU XI

Réaction des Graminées et des céréales à l'infection par les souches de **Puccinia graminis** *loli* en provenance du Dactyle et des *Lolium* en 1957 (souches D 8, L 27, L 28, et L 29) et en 1958 (souche L 30).

	D 8	L 27	L 28	L 29	L 30
<i>Arrhenatherum elatius</i>	II—	I	III—	i	I
<i>Bromus arvensis</i>	i	—	I	o	i
" <i>macrostachys</i>	o+	—	—	o+	—
" <i>madritensis</i>	—	I+	II	—	II
" <i>maximus</i>	—	i	—	—	I
" <i>patulus</i>	—	—	—	—	II
" <i>rubens</i>	—	—	—	—	II
" <i>squarrosum</i>	II	—	—	—	II
" <i>sterilis</i>	II	i	—	I	—
" <i>tectorum</i>	II+	—	II—	o+	—
<i>Cynosurus aureus</i>	—	—	—	III+	—
" <i>cristatus</i>	I	—	—	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	III+	III	II+	o+	III
<i>Festuca arundinacea</i>	i	—	i	i	—
" <i>gigantea</i>	—	—	—	II+	—
<i>Lolium italicum</i>	—	III+	III+	IV	IV
" <i>perenne</i>	—	III	IV	IV—	IV
" <i>temulentum</i>	IV	IV	IV	IV	IV
<i>Phleum pratense</i>	i	i	—	i	—
<i>Poa pratensis</i>	i	—	—	i	—
<i>Secale montanum</i>	—	—	—	i	—
<i>Trisetum flavescens</i>	i	i	—	i	—
<i>Vulpia myuros</i>	i	III	—	III	—
Avoine	i	i	i	o	i
Blé	i	i	i	i	i
Seigle	i	i	III+	I	I

V. — RÉSUMÉ

Au cours des années 1957 et 1958, les observations et expérimentations sur la Rouille noire des Graminées et des céréales ont été poursuivies, en nature et en serre, au Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

Les dégâts provoqués par la maladie sur les céréales en terre ont été insignifiants en 1957, mais assez graves en 1958, en particulier dans la partie septentrionale du pays où la Rouille noire, apparue précocement et bénéficiant de conditions climatiques favorables, a pu se développer avec une certaine intensité sur des Blés dont la végétation était très retardée.

117 essais d'obtention d'écidies sur *Berberis vulgaris* ont été tentés à partir de pailles rouillées de céréales ou de Graminées variées provenant de diverses régions de France, d'Allemagne, d'Espagne et du Maroc ; 41 ont été couronnés de succès.

L'expérimentation en serre a porté au total sur 181 souches de Rouille noire (dont 88 en provenance du Maroc en 1958) ; ces souches se répartissaient ainsi :

P. gr. tritici : 145 souches dont 17 en 1957 (race 14 identifiée 2 fois ; race 17, 1 fois ; race 19, 1 fois ; race 21, 9 fois ; race 27, 1 fois ; race 40, 1 fois ; race 69, 1 fois ; race 109, 1 fois) et 128 en 1958, dont 82 du Maroc (race 14 identifiée 9 fois ; race 17, 2 fois ; race 19, 1 fois ; race 21, 93 fois ; race 40, 5 fois ; race 75, 1 fois ; race 133, 11 fois, race 186, 6 fois).

Sur ces 145 souches, 105 provenaient du Blé, 19 des Orges, 9 des Bromes, 7 des *Aegilops*, 2 des *Berberis*, 2 des *Haynaldia* et 1 du Seigle.

P. gr. secalis : 17 souches dont 8 en 1957 et 9 en 1958 ; sur ces 17 souches, 7 provenaient du Seigle, 4 des *Agropyrum*, 3 des *Berberis*, 2 des *Elymus* et 1 de l'Orge.

P. gr. avenae : 8 souches dont 6 en 1957 et 2 en 1958 ; sur ces 8 souches, 4 provenaient des *Berberis*, 2 de l'Avoine, 1 d'*Arrhenatherum* et 1 du Dactyle.

P. gr. arrhenatheri : 1 souche provenant de *Berberis* en 1957.

P. gr. dactylidis : 2 souches provenant du Dactyle en 1958.

P. gr. lolii : 5 souches dont 4 en 1957 et 1 en 1958 ; sur ces 5 souches, 4 provenaient des *Lolium* et 1 du Dactyle.

P. gr. phlei-pratensis : 1 souche provenant de la Phléole en 1957.

P. gr. f. sp. indéterminée : 2 souches provenant des Fétuques en 1957.

Pour l'ensemble des deux années 1957 et 1958, les races suivantes de **P. gr. tritici** ont été reconnues : la race 21 dans 102 cas, la race 14 dans 11 cas, la race 133 dans 11 cas, la race 40 dans 6 cas, la race 186 dans 6 cas, la race 17 dans 3 cas, la race 19 dans 2 cas, les races 69, 75 et 109 dans un cas chacune.

En 1958, en France, la race 21 représentait 49 p. 100 des prélèvements ; la race 133, 24 p. 100 ; la race 186, 14 p. 100 la race 14, 7 p. 100 ; la race 17, 2 p. 100 ; la race 19, 2 p. 100 et la race 40, 2 p. 100. Au Maroc, la même année, la race 21 représentait 87 p. 100 des prélèvements, la race 14, 7 p. 100 ; la race 40, 5 p. 100 ; la race 17, 1 p. 100.

Le tableau XII précise la répartition de ces races physiologiques selon les régions et les hôtes spontanés.

Le comportement d'un grand nombre de variétés de céréales et d'espèces de Graminées a été étudié à l'égard des diverses souches identifiées de **P. graminis** ; environ 8 000 contaminations expérimentales ont été réalisées en serre.

Certaines variétés de Blé réputées pour leur résistance à la Rouille noire telles que *GN* = 80-3, *Guatrache*, *Oro*, *Regent*, sont sensibles à la

TABLEAU XII

Répartition des races physiologiques de *Puccinia graminis tritici* en France, Allemagne, Algérie et Maroc, au cours des années 1957 et 1958, selon les régions et les hôtes spontanés.

Races	Années		Origines	Hôtes
	1957	1958		
14	2	9	France : Calvados, Hérault. Algérie. Maroc.	<i>Hordeum</i> (2 fois) Blé (9 fois)
17	1	2	France : Nord. Algérie. Maroc.	Blé (3 fois)
19	1	1	France : Aude. Maroc.	Blé (2 fois)
21	9	93	France : Région parisienne : Eure, Oise, Seine-et-Oise. Ouest : Calvados, Manche, Seine- Maritime. Nord : Aisne, Nord, Pas-de-Calais, Somme. Est : Saône-et-Loire. Midi : Hérault. Algérie. Maroc.	<i>Aegilops</i> (7 fois) <i>Berberis</i> (1 fois) <i>Bromus</i> (9 fois) <i>Haynaldia</i> (2 fois) <i>Hordeum</i> (17 fois) Seigle (1 fois) Blé (65 fois)
40	1	5	France : Hérault, Seine-et-Oise. Maroc.	Blé (6 fois)
69	1	5	France : Saône-et-Loire.	<i>Berberis</i> (1 fois)
75		1	Allemagne : Forêt Noire.	Blé (1 fois)
109	1		France : Saône-et-Loire.	Blé (1 fois)
133		11	Région parisienne : Eure, Seine-et- Oise. Ouest : Calvados, Manche, Seine- Maritime. Nord : Aisne, Nord, Somme. Midi : Hérault.	Blé (11 fois)
186		6	Région parisienne : Oise, Seine-et- Oise. Ouest : Seine-Maritime. Nord : Nord. Midi : Hérault.	Blé (6 fois)

race 40, *GN* et *Guatrache* sont sensibles à la race 27 ; par contre *Newthatch*, *Thatcher*, *Timstein* sont immunes aux races 21 et 40. La variété *Étoile de Choisy* est résistante à la race 17 et à certains biotypes de la race 21, mais sensible aux races 27, 40 et 69 et à certains biotypes des races 14 et 21.

Pour la première fois, les formes spéciales *avenae* et *tritici* ont

été isolées par nous à partir de formations écidiennes sur *Berberis*. Sur 74 prélèvements d'écidies effectués en Bourgogne au printemps de 1957, 37 (50 p. 100) appartenaient à la f. sp. ***secalis***, 22 (30 p. 100) à diverses formes spéciales graminicoles, 8 (11 p. 100) à la f. sp. ***tritici*** et 7 (9 p. 100) à la f. sp. ***avenae***.

Les écidiennes sur *Berberis hispanica* de Sierra Nevada (Espagne) appartiennent à des formes spéciales graminicoles qui paraissent particulières.

Les écidiennes sur *Berberis hispanica* des Atlas marocains sont en liaison avec les Graminées montagnardes environnantes, dont certaines ont été trouvées porteuses de la f. sp. ***tritici*** de ***P. graminis***.

Reçu pour publication le 3 décembre 1959.

**OBSERVATIONS
SUR *GLOEOSPORIUM FRUCTIGENUM* BERK
ET SUR DEUX PARASITES, RESPONSABLES
DE POURRITURES DE POMMES EN COURS
DE CONSERVATION**

PAR

Cl. BIGOT

Laboratoire de recherches de la Chaire de Botanique et de Pathologie Végétale,
École nationale d'Agriculture, Grignon

PLAN DU MÉMOIRE

Généralités.

A. — Étude de *Gloeosporium fructigenum* Berk.

- 1^o Observation du parasite en place et description.
 - a) Les acervules.
 - b) Les soies.
 - c) Les conidiophores.
 - d) Les conidies.
- 2^o Observations en culture sur milieux synthétiques.
 - a) Isolements.
 - b) Aspects culturaux.
 - c) Influence du milieu, du mode de fructification et de l'hôte sur la morphologie des conidies.
- 3^o Infections artificielles.
- 4^o Détermination de l'agent pathogène.
- 5^o Conclusions.

B. — *Sphaeropsis malorum* Peck.

C. — *Phoma umbilicaris* Griffon et Maublanc.

Résumé.

Bibliographie.

C'est au mois de janvier 1959 que quelques échantillons de pommes, dans un état déjà avancé de pourriture, sont parvenus au laboratoire de Pathologie Végétale de l'École Nationale d'Agriculture de GRIGNON. Ces fruits provenaient de l'ouest de la France, région de COUILONGES

S/AUTIZE, dans les Deux-Sèvres. Notre attention fut attirée par l'une de ces pommes qui présentait de nombreuses fructifications, reconnues comme celles d'une *Melanconiale*, déterminée par la suite comme *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK. Des aspects particuliers tant sur le fruit attaqué que sur les milieux artificiels nous ont incité à entreprendre une étude de ce parasite. Par la suite, nous avons pu nous procurer d'autres échantillons semblablement attaqués et présentant les mêmes fructifications. Les isolements par prélèvements internes que nous avons tentés ont fourni les champignons suivants :

1^o *Pourritures simples* dues à :

- a) *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK.
- b) *SPHAEROPSIS malorum* PECK (2 souches).
- c) *PHOMA umbilicaris* GRIFFON et MAUBLANC.
- d) *TRICHOThECIUM roseum* L.K.
- e) Dématiée inconnue, n'ayant jamais fructifié.

2^o *Pourritures complexes* dues à :

- a) *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK.
OOSPORA piricola MANG.
MICRODIPLODIA sp.
- b) *PHOMA umbilicaris* GRIFFON et MAUBLANC.
OOSPORA piricola MANG.
- c) *PHOMA umbilicaris* GRIFFON et MAUBLANC.
PENICILLIUM frequentans WESTL.

Parmi ces divers parasites, les caractères originaux de la souche de *GLOEOSPORIUM* isolée et ses aspects singuliers sur milieux de culture synthétiques gélosés nous ont déterminé à réaliser l'étude qui suit. Quelques observations sur les autres parasites seront rapportées.

A. — ÉTUDE DE *GLOEOSPORIUM FRUCTIGENUM* BERK. (Fig. A., B, C.).

Ce champignon est fort bien connu comme agent de la pourriture des pommes et est décrit et signalé de nombreuses fois. Sa pathologie a fait l'objet aux États-Unis de diverses expérimentations, car il se comporte comme un parasite dangereux dans ce pays et sa virulence oblige aux traitements. En France et en Europe occidentale en général, son action est plus réduite et sujette à controverses. Nous étudierons ici successivement :

- 1^o Le parasite en place sur le fruit.
- 2^o Son développement sur des milieux gélosés divers.
- 3^o Des infections artificielles.

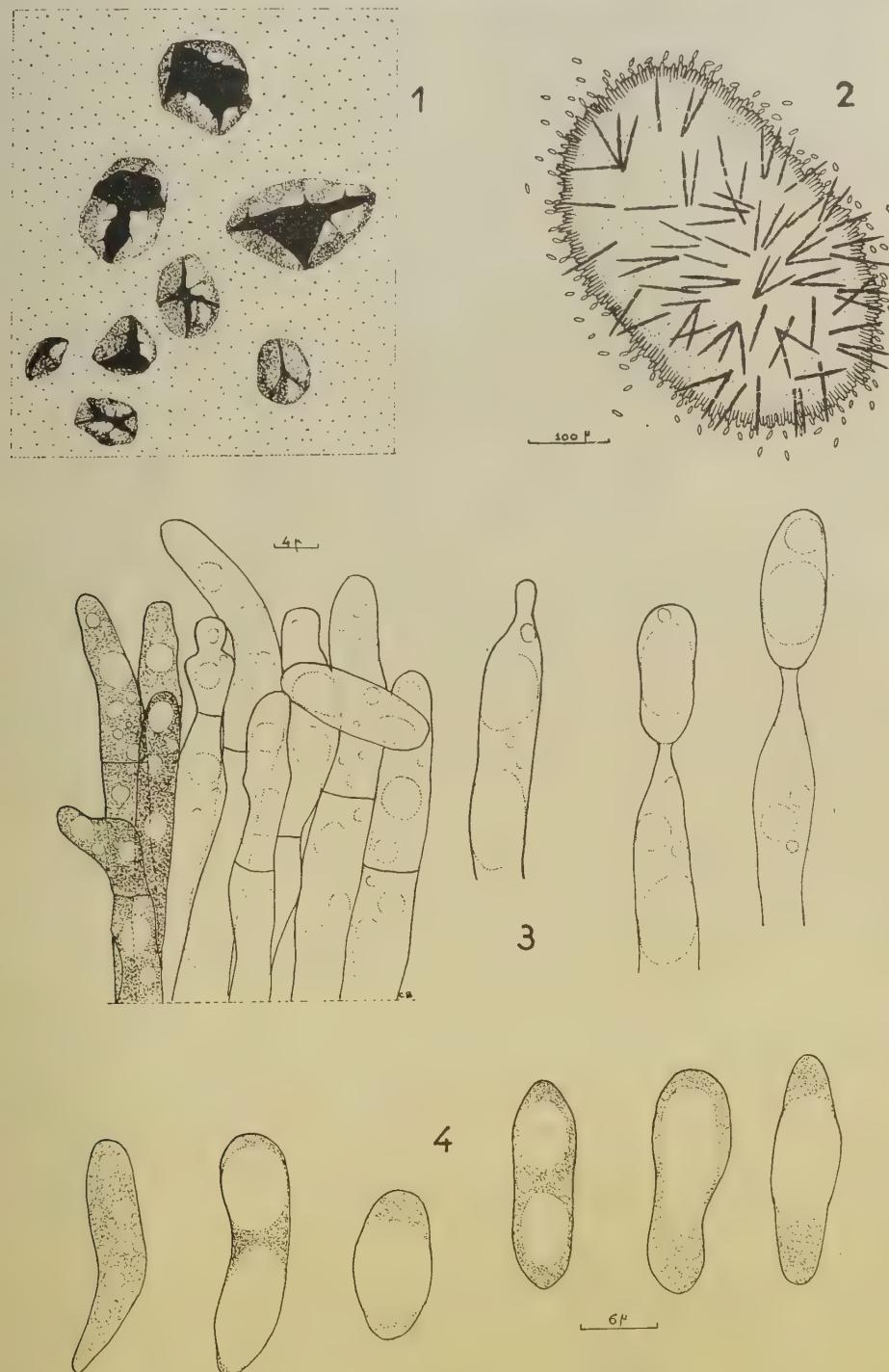


FIG. A. — *Gloeosporium fructigenum* BERK.

1. — Aspect des lésions sur pommes.
2. — Acervule poili.
3. — Conidiophores.
4. — Formes fréquentes des conidies.

I^o Observation du parasite en place.

La pomme envahie présente une large tache brunâtre de pourriture, sur laquelle apparaissent concentriquement de nombreuses fructifications pustuleuses noires — certaines émergent au travers de l'épiderme éclaté (fig. A-1). Une observation sommaire au microscope nous indique qu'il s'agit d'une mélanconiale — on constate d'emblée une hétérogénéité dans les acervules, dont certains seulement présentent de nombreuses soies, caractérisant d'habitude le genre *COLLETOTRICHUM*. Toutefois aucune hétérogénéité de spores ne répond à celle des acervules. Les isollements monosporés d'une part, les aspects culturaux d'autre part, les essais d'inoculation artificielle, nous ont montré qu'il s'agissait bien d'un même parasite, possédant les deux formes d'acervules.

Description du Parasite.

a) **Les acervules** sont de formes variables, arrondis à allongés, quelquefois confluents (fig. A₂).

arrondis : diamètre de 330 à 500 μ .

allongés : 600-760 \times 385-440 μ .

D'abord sous-épidermiques, ils émergent par éclatement de l'épiderme. Ils sont constitués par un mycélium brun fuligineux, irrégulier, à membrane épaisse, abondamment cloisonné ; les filaments mycéliens sont souvent réunis en faisceaux parallèles, qui forment l'acervule par leur juxtaposition, et souvent ramifiés d'une manière caractéristique : la ramification s'accorde de suite au filament qui lui a donné naissance — diamètre du mycélium = 5-8 μ , à articles relativement courts (16-27 μ), contenant souvent une inclusion huileuse centrale (fig. B 3).

b) **Les soies** apparaissent disposées au hasard sur l'acervule — elles sont soit isolées, soit en touffes de 2 à 4, la plupart du temps cloisonnées. Elles sont brun foncé, irrégulières et quelquefois noueuses. Pointues à l'extrémité, le diamètre augmente jusqu'à la base, qui apparaît bulbeuse dans les cas où l'on peut l'observer — leur longueur est difficile à préciser car elles émergent de la masse des conidiophores (40 à 70 μ) — la largeur moyenne est de 2,7 à 3,5 μ (fig. B₂).

c) **Les conidiophores** forment un tapis serré et dressé à la surface des acervules. Hyalins, ils présentent de nombreuses gouttelettes huileuses. Leur membrane est fine ; ils peuvent être cloisonnés. L'extrémité est arrondie à pointue, simple, quelquefois boursouflée (fig. A₃).

d) **Les conidies** : leur forme la plus fréquente est cylindrique à extrémités arrondies ou grossièrement tronc coniques, typiquement biguttulées ; elles comportent quelquefois de nombreuses inclusions,

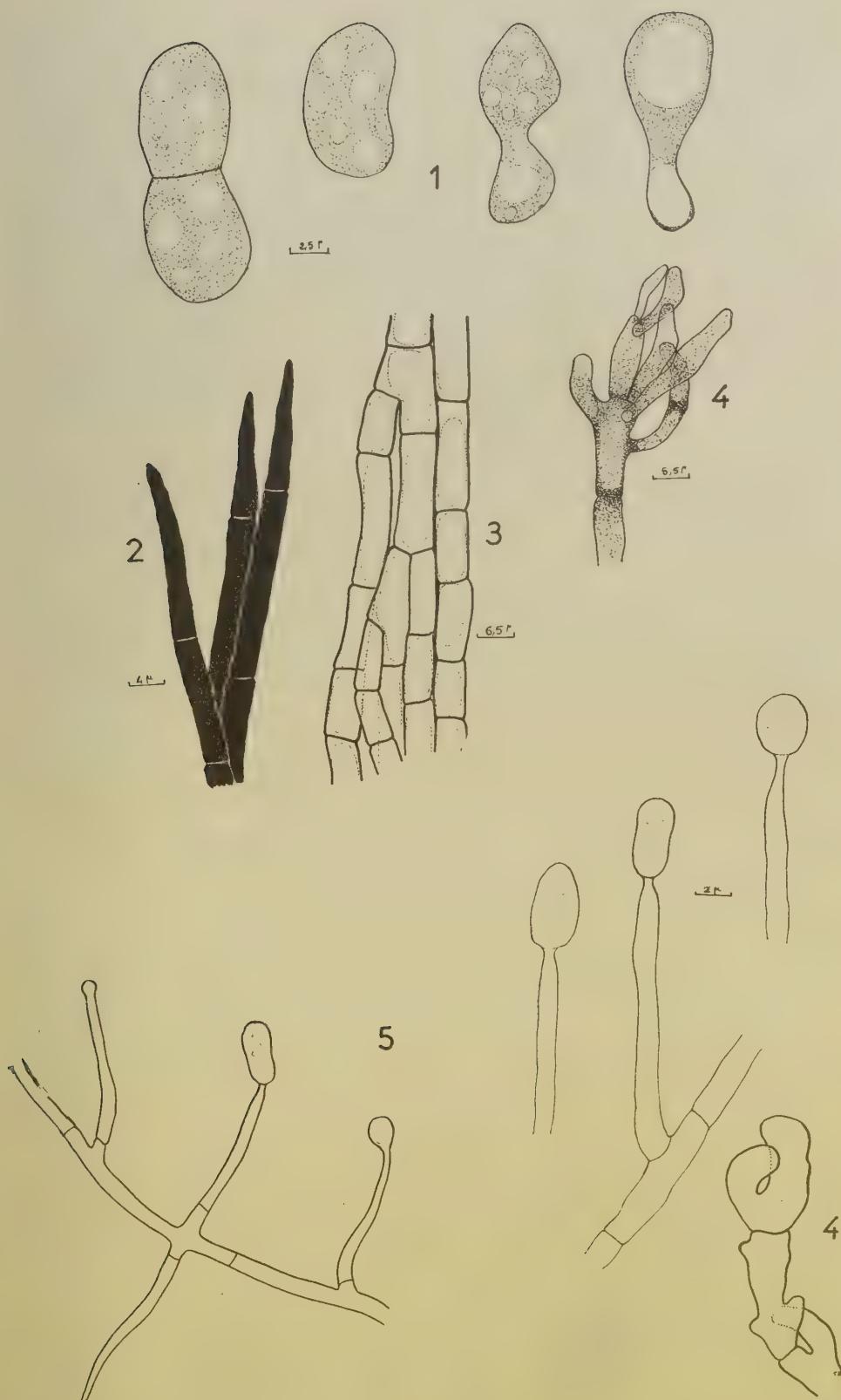


FIG. B. — *Gloeosporium fructigenum* BERK ; 1. — Formes aberrantes des conidies ; 2. — Poils acervulaires. ; 3. — Mycelium acervulaire ; 4. — Aspect cultural du mycelium (Malt) ; 5. — Fructifications hyphales sur Avoine.

ou une seule, centrale, pouvant envahir toute la spore, ne laissant qu'une fine trame cytoplasmique. Autour du type moyen, on peut trouver des conidies courtes et presque globuleuses, d'autres en forme de navette, de haricot, des conidies arquées dont une extrémité est fortement renflée ou effilée (fig. A₄ et B₁). Quelques formes aberrantes ont été observées. La formation des conidies, d'après les observations, semble s'effectuer par bourgeonnement de l'extrémité du conidiophore. La conidie, quand elle est mûre, se détache après étirement de cette extrémité (fig. A) — l'insertion est fragile.

Les mensurations effectuées sur 100 spores ont donné les résultats suivants :

moyenne = 14,20 × 4,45 μ.

majorité des spores (plus de 75 p. 100) : 11,3-16,1 × 4-5 μ.

extrêmes : 9,6-19,3 × 3,2-8 μ.

La répartition des spores est consignée dans le tableau I.

TABLEAU I
Répartition longueur - Largeur des spores.

Longueur en μ	Pourcentage	Largeur μ	Pourcentage
9,6	5,5 %	3,2	9,5 %
10,4	4 %	4,2	51,5 %
11,3	6,5 %	4,8 - 5	29 %
13,2	32 %	5,6	6 %
14,5	26 %	6,4	3 %
15,2	5 %	8	1 %
16,1	8 %		
17,7	8 %		
18,9	{ 5 %		
19,3			

2^o Observations en culture sur milieux synthétiques.

a) *Isolements.*

Ils ont été pratiqués :

1^o Par prélèvements sous-épidermiques de pulpe sur le pourtour de la tache de pourriture (11 isolements).

2^o Par dilution de spores dans eau gélosée (6 isolements). Ces isolements par méthodes diverses nous ont fourni le même champignon, dont l'étude a été entreprise sur des milieux synthétiques habituels et par infections artificielles.

b) *Aspects culturaux.*

Le Parasite croît et fructifie parfaitement sur les milieux gélosés synthétiques les plus usités (Avoine-Maltea-Czapecz). Parmi ceux-ci, le milieu avoine est le plus propice à une croissance rapide. Dans cette étude, des observations analogues à celles qui ont été faites par COGNÉE

et MOUTON sur *GLOEOSPORIUM musarum* CKE et MASSEE ont pu être effectuées.

En effet, dès le 3^e ou 4^e jour de culture, l'aspect du mycelium abondant, gris verdâtre incite à penser qu'il pourrait y avoir à ce stade *fructification sous forme hyphale* : les préparations microscopiques confirment ce fait. Deux types de filaments peuvent être observés : d'une part, un mycelium brunâtre, épais, tourmenté (fig. B₄), souvent terminé par une touffe irrégulière de filaments courts, et rappelant le mycelium en faisceau des acervules, d'autre part un mycelium fin, hyalin, à cloisons peu apparentes qui porte des phialides hyalines à subhyalines (fig. B₅), de faible diamètre, plus ou moins longues, cloisonnées ou non, non ramifiées, produisant les spores. Devant ce fait, il est possible d'envisager, sur ces milieux gélosés riches et en début de croissance, une sorte de décentralisation de la fructification de type acervulaire, qui reste ainsi diffuse ; les filaments de l'acervule constituent la masse aérienne de la colonie, tandis que les phialides sont formées par le mycelium hyalin constituant les conidiophores de la fructification initiale, mycelium qui se trouve sans support dans ce cas. L'insertion des spores est fragile, mais identique à celle observée sur les acervules en place. Leur formation s'effectue par bourgeonnement. Puis, très tôt sur Avoine, plus tard sur les autres milieux, apparaissent des condensations myceliennes brunes d'abord stériles, puis fertiles pour certaines, qu'on doit considérer comme des acervules internes et fermés, ou fausses pycnides. La paroi en effet n'est pas parenchymateuse, mais formée d'un lacis dense de mycelium. En même temps, des *acervules* ouverts apparaissent (bord des boîtes ou point d'ensemencement, en premier lieu), coiffés d'une abondante sporée rose orangée. Les boîtes initiales d'isolement ou les boîtes de repiquage nous fournissent des acervules glabres, l'observation étant menée sur un grand nombre de fructifications. Six soies seulement ont été repérées, en tous points comparables à celles décrites sur les acervules issus de pomme. D'ores et déjà, on constate la grande fluctuation du caractère pilosité.

Après incorporation dans la paraffine, des coupes ont été pratiquées dans les diverses fructifications (fig. C) ; nous avons pu observer les types suivants :

1^o *Pseudopycnides* possédant une ébauche de loge stérile, ou sans loge, prenant alors l'aspect de *sclérotes*.

2^o *Pseudopycnides fertiles* à une ou plusieurs loges, tapissées intérieurement de conidiophores semblables à ceux observés dans la nature et sporulant abondamment. La libération des spores s'effectue par éclatement de la paroi.

3^o *Des acervules typiques*, en coupe ou plats, quelquefois convexes, isolés ou groupés et couverts d'un tapis serré de conidiophores. En

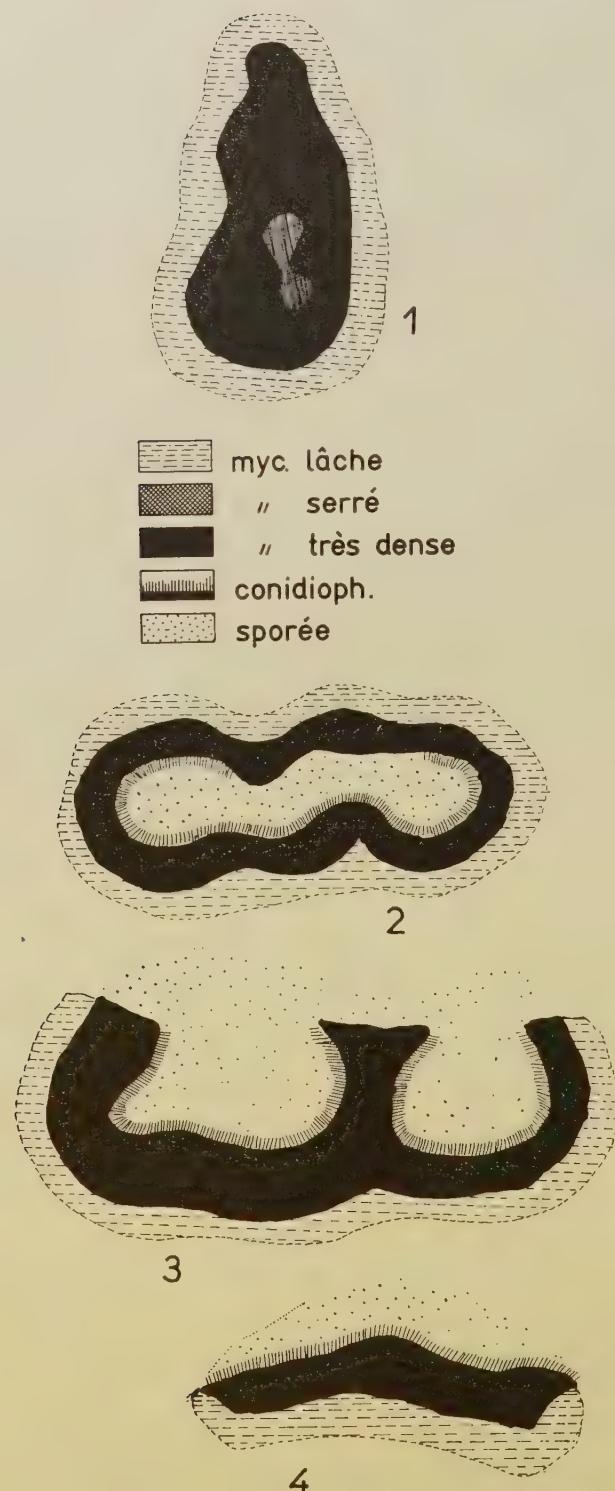


FIG. C. — *Gloeosporium fructigenum* BERK.

1. — Pseudopycnide stérile.
2. — Pseudopycnide fertile pluri loculaire.
3. — Acervule en coupe.
4. — Acervule plat.

vieillissant, le mycelium aérien devient plus foncé laineux et présente souvent des condensations sclérotioïdes aériennes — tous les types de fructifications présentent un soubassement dense de filaments bruns entrelacés portant les conidiophores, le lacs devenant de plus en plus lâche lorsqu'on s'approche de la périphérie : l'individualité de la fructification est moins nette que dans la nature.

Les *aspects culturaux* sur les divers milieux sont résumés dans le tableau II ; le développement s'est effectué en étuve à 22°-23°. Le repiquage a été effectué au centre de chaque boîte par *goutte d'eau* gelosée *infectée*. Les résultats sur czapeck n'ont pas été consignés, car pratiquement identiques à ceux relevés sur Malt, les pseudo-pycnides étant apparues un jour plus tôt.

TABLEAU II

Aspects culturaux du Gloeosporium sur milieux synthétiques.

Jour	Avoine	Maltea
2 ^e jour	diamètre = 10 mm. — développement rapide mycelium gris aérien.	diamètre : 7 mm. — mycelium aérien absent, intramatriciel blanc.
3 ^e jour	diamètre : 16 mm. — croissance rapide <i>Fructification sous forme hyphale</i> — Mycelium aérien gris-vertâtre formant coussinet — marge étroite blanche — Revers rosé.	diamètre : 10 mm. — croissance régulière, moins rapide — Mycelium aérien présent légèrement rosé.
4 ^e jour	diamètre : 24 mm.	diamètre : 15 mm. — revers saumon — mycelium marginal blanc diffus — centre rosé-grisâtre — apparition de la <i>fructification hyphale</i> .
5 ^e jour	diam. : 33 mm. — apparition dans le milieu des <i>pseudopycnides</i> — revers gris foncé.	diam. : 20 mm. — aucun changement.
6 ^e jour	diam. : 39 mm. — les pseudo-pycnides sont très nombreuses et petites.	diam. : 27 mm. — croissance lente — la coloration du revers s'intensifie.
8 ^e jour	diam. : 56 mm. — croissance égale — apparition de secteurs plus foncés dans le mycelium aérien, qui est épais, laineux et masque les acervules, qui ne fructifient pas encore — secteurs foncés au revers.	diam. : 34 mm. — les pseudo-pycnides ne sont pas encore apparues.
9 ^e jour	diam. : 63 mm. — les acervules sont fertiles et couverts d'une sporée abondante rose orangée.	diam. : 40 mm. — revers rosé, à secteurs noirâtres — Mycelium aérien gris foncé.
12 ^e jour	la boîte est envahie — le mycelium aérien est gris foncé, laineux épais, à secteurs nettement visibles, au revers gris rosé — le milieu est truffé de pseudo-pycnides.	diam. moyen : 60 mm. — le mycelium aérien est plus foncé que dans le cas Avoine, formant coussinet dense — Présence d'une marge blanche de 2 mm. — le revers est rosé à saumon — les <i>Pseudo-pycnides</i> sont apparues, de même que quelques acervules — leur apparition est donc beaucoup plus tardive que sur Avoine.

c) *Influence du milieu, du mode de fructification et de l'hôte sur les dimensions des conidies.*

Des mensurations sur les divers milieux, dans le cas des fructifications de forme hyphale et acervulaire d'une part, d'autre part à partir des acervules obtenus par infections artificielles sur pommes, poires et coings, nous ont fourni les résultats consignés dans le tableau III.

TABLEAU III

Influence du milieu, de l'hôte et du mode de fructification sur la dimension des spores.

Modes de fructification	Moyennes en μ	Extrêmes en μ	Majorité des spores en μ (plus de 75 %)	L/1
Forme hyphale sur Malt	10,5 \times 3,9	7,3-15,9 \times 3,2-4,9	9,8-11,6 \times 3,6-4,3	2,7
Forme hyphale sur Czapecck..	11,2 \times 4,4	7,3-14 \times 3,6-7,3	10,4-12,8 \times 4 -4,9	2,77
Forme hyphale sur Avoine...	10,6 \times 3,7	7,9-13,4 \times 3 -4,5	9,7-11 \times 3,2-4	2,86
Acervules sur Malt	14,5 \times 4,6	12,6-16,5 \times 3,6-6,1	13,4-15,3 \times 4 -4,9	3,06
Acervules sur Avoine.....	14,5 \times 4,1	12,2-17 \times 3,6-4,9	13,4-15,8 \times 3,6-4,3	3,52
Acervules sur Poires.....	16 \times 4,4	12,6-23,1 \times 3,5-5,3	14,7-16,8 \times 4,2-4,9	3,63
Acervules sur Pommes	15,2 \times 4,3	11,2-18,9 \times 4,2-5,3	13,7-17,5 \times 4,2-4,9	3,53
Acervules sur Coings	14,1 \times 4,2	10,5-16,8 \times 3,2-4,9	12,6-15,8 \times 3,5-4,2	3,35
Isolement initial	14,2 \times 4,5	9,6-19,3 \times 3,2-8	11,2-16,1 \times 4 -5,6	3,15

A la lecture du tableau, nous constatons que le mode de fructification a une certaine influence sur les dimensions des spores, puisque celles issues des formes hyphales sont nettement plus trapues et perdent environ 4 μ . L'action du milieu est beaucoup moins nette, les différences observées étant peu significatives. L'éventail morphologique est plus ouvert pour les conidies issues des acervules, tant sur milieux artificiels que sur fruits. Enfin, une certaine variabilité est observée en fonction des fruits testés, la longueur augmentant sur poires. Sur pommes, les acervules obtenus à partir des infections artificielles ont fourni des spores de dimensions différentes de celles de l'organe attaqué initialement ; mais il n'est pas exclu que la variété comme l'espèce, les conditions extérieures : température, luminosité et humidité puissent intervenir dans la morphologie de ce champignon, qui présente par ailleurs une grande variabilité ; on peut conclure en soulignant le manque de fixité des fructifications et des dimensions de spores pour ces champignons, éléments pourtant essentiels d'une détermination du genre et de l'espèce.

3^o Infections artificielles.

Des infections artificielles sur pommes, poires et coings ont été tentées et ont réussi.

Les pommes et les poires entières ont été soigneusement lavées à l'alcool et rincées à l'eau stérile. Avec un scalpel flambé, plusieurs fentes ont été pratiquées dans chaque fruit ; dans chaque fente, un peu de

mycelium fut glissé. Puis les fruits ont été placés en chambre humide et laissés d'abord à la température de 10-12°, à la lumière du jour. Pour les coings, l'infection a été pratiquée sur fragments en boîte de Pétri. A la température utilisée, le départ est lent, mais on constate que le mycelium s'installe et une pourriture brune caractéristique se développe sur les lèvres de la blessure. Les fruits ont été placés ensuite à la température de 18-20°, éclairage en lumière artificielle pendant 10 heures. La progression de l'infection est alors rapide, et dix jours après l'infection, les acervules sont présents sur les poires et les pommes ; sur les coings, une pourriture annexe à *Penicillium* a faussé les observations, mais le mycelium est présent et les quelques acervules obtenus sont fertiles. La progression de l'infection est rapide sur poires ; la sporée est abondante et rose orangée. Sur pommes, le mycelium aérien est plus visible encore, les acervules plus lents à sporuler ; d'une manière générale, la maladie est moins envahissante dans le même laps de temps ; par la suite, la pourriture est de type « pourriture brune » et le fruit sera détruit entièrement. *Dans aucun cas* les nombreux acervules observés sur les divers fruits ne se sont révélés poilus ; ils sont donc de type *GLOEOSPORIUM*.

Biologiquement, de ces essais, nous obtenons les résultats suivants :

1° Sensibilité effective des pommes, poires, et coings au parasite, les poires paraissant les plus atteintes.

2° Le développement de l'infection semble favorisé par l'humidité et la température.

3° Le départ lent de la pourriture à 10° indique qu'au fruitier, si la maladie se développe, elle sera longue à se manifester et d'un caractère peu spectaculaire.

Cette expérimentation demanderait à être complétée par une série d'essais à températures et taux d'humidité variables, de façon à déterminer les conditions optima d'apparition et d'envahissement.

4° Détermination de l'agent pathogène.

Nous possédons maintenant de nombreux éléments, qui nous permettront de déterminer avec sûreté l'agent pathogène — *les mélanconioles* signalées comme susceptibles de provoquer une pourriture brune des pommes sont au nombre de cinq :

1° *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK.

Forme parfaite : *GLOMERELLA cingulata* SP. et SCHR. ubiquiste.

Dimensions des spores selon MAUBLANC : 15 — 25 × 4 — 6 μ .

— selon VIENNOT-BOURGIN sur poires : 13,5 — 22,5 × 3,7 —

4,5 μ .

— " " " sur coings : 14,5 — 22 × 4 — 5,8 μ

- selon SACCARDO : 20 — 30 × 5 — 6 μ .
- « WILKINSON : 12 — 31 × 4 — 7,5 μ

2^o *GLOEOSPORIUM album* OSTERW.

surtout Suisse.

selon VIENNOT-BOURGIN : 17 × 4 μ .

« BUTLER : 18 — 27 × 2,5 — 4 μ .

« WILKINSON : 12 — 27 × 3 — 4,5 (21,5 × 3,3).

3^o *GLOEOSPORIUM perennans* GELLER et CHLDS.

selon WILKINSON : 4,5 — 21 × 2,5 — 4,5 (12,5 × 3,0) μ .

4^o *COLLETOTRICHUM fructus* SACC.

signalé sur pommes en Caroline (USA).

selon SACCARDO : 17 — 23 × 2,3 — 3,5 μ .

5^o *COLLETOTRICHUM gloeosporioides* PENZ.

selon VIENNOT-BOURGIN : 10 — 16 × 5 — 7 μ .

« SACCARDO : 18 — 25 × 4 — 5 μ .

« BURGER : 11,5 — 20,3 × 3,2 — 6,4 μ .

D'autre part, selon VIENNOT-BOURGIN, SOUTHWORTH en 1891, GRIFFON et MAUBLANC en 1911 ont observé des poils bruns sur les acervules de *GLOEOSPORIUM fructigenum* ; de plus, les acervules de *COLLETOTRICHUM gloeosporioides* sont ou non poilus. Rappelons les dimensions des spores, dans notre cas,

sur pommes :

extrêmes : 9,6 — 19,3 × 3,2 — 8.

majorité : 11,3 — 16,1 × 4 — 5.

moyenne : 14,2 × 4,45.

Les observations précédentes, le fait que les infections artificielles ne nous ait donné que des acervules glabres, enfin la comparaison des chiffres ci-dessus nous incitent à identifier notre agent pathogène au *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK. Signalons que dans aucun cas, nous n'avons pu observer la forme parfaite *GLOMERELLA* ; on sait que l'on distingue habituellement la forme *germanica* Kr. dont on ne connaît que la forme imparfaite, de la forme *americana* Kr. qui présente la forme parfaite.

5^o **Conclusions.**

a) *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK. est un agent actif de la pourriture des pommes, poires et coings, développant rapidement, à 18-20^o, des nécroses de type « pourriture brune » enlevant toute valeur aux fruits.

b) La souche isolée de ce champignon nous a fourni uniquement des acervules glabres sur milieux artificiels et sur fruits, bien que les observations faites sur la pomme attaquée aient révélé des acervules poilus. Depuis, deux autres échantillons identiques sont parvenus au laboratoire (mars 1959) ; nous n'avons observé aucune soie sur les fructifications en place et l'isolement nous a donné le même parasite. Il est raisonnable de penser que le caractère de pilosité est éminemment fluctuant et sans doute insuffisant pour motiver la distinction générique habituelle *COLLETOTRICHUM* et *GLOEOSPORIUM*. En 1957, VON ARX a soulevé le problème et a défini le genre *COLLETOTRICHUM* comme groupant les anciens genres *COLLETOTRICHUM*, *GLOEOSPORIUM* et *VERMICULARIA*. Il n'est pas interdit de penser que le caractère de pilosité des fructifications soit lié aux conditions extérieure et fasse intervenir température, humidité et lumière. Dans une étude faite sur un *GLOEOSPORIUM* parasite des feuilles de *Ficus elastica*, nous avons constaté la présence d'acervules poilus et glabres.

Enfin à propos de la nécrose des sommités du *Manioc*, J. CHEVAUGÉON a observé en Côte D'Ivoire les deux types d'acervules en étroit mélange. Sur des infections artificielles réalisées sur la même plante, les fructifications de type *GLOEOSPORIUM* sont apparues d'abord — les deux formes fournissent le même champignon parfait, biotype de *GLOMERELLA cingulata* SPAULD. et SCHRENK. Dans la nature, tous les types sont observables, depuis les acervules glabres jusqu'à abondamment sétifères, l'apparition de ces derniers étant en relation avec la sécheresse selon l'auteur. Dans notre cas, les acervules glabres étaient les plus éloignés du point d'infection, donc les plus jeunes, les autres de type *COLLETOTRICHUM*, les plus proches. Il semble qu'on puisse le plus souvent rapporter les formes *GLOEOSPORIUM* et *COLLETOTRICHUM* à un seul et même parasite, dans les cas où ces deux formes ont été décrites simultanément pour un végétal, avec des caractéristiques biométriques semblables.

c) La culture des champignons nous a révélé la grande diversité des formes fructifiantes de *GLOEOSPORIUM fructigenum* sur les milieux synthétiques = forme *hyphale*, *pseudo-pycnides*, *sclérotes* et *acervules typiques*, qui sont liées aux conditions de culture sans aucun doute, mais qui mettent en relief la fragilité de la classification des *Imperfecti* dont le mode de fructification permet justement de différencier les divers groupes. En fait, les *pseudo-pycnides* apparaissent comme une forme aberrante d'acervules fermés. Toutefois, cette diversité semble générale dans le genre : nous avons observé dans un isolement de *GLOEOSPORIUM musarum* des filaments sporifères analogues à ceux de *GLOEOSPORIUM fructigenum*, ce qui confirme pleinement les observations

de COGNÉE et MOUTON sur le même champignon. Les mêmes faits ont été notés au laboratoire sur un *GLOEOSPORIUM* sp. issu de *châtaignier* et sur un *GLOEOSPORIUM* parasite de *Ficus elastica*.

d) Enfin, les mensurations de spores mettent en lumière l'influence du milieu de culture, du mode de fructification et de l'espèce attaquée. Sur les milieux synthétiques, le sens de ces variations autour d'un type moyen ne peut être indiqué, étant fait de cas particuliers.

B. — ÉTUDE DE *SPHAEROPSIS MALORUM PECK.* (fig. D).

Nous avons obtenu ce champignon dans plusieurs cas de pourritures brunes graves et toujours seul. Les prélèvements ont été effectués intégralement comme pour l'isolement du *GLOEOSPORIUM*. Aucune fructification n'était visible. On sait que ce parasite est dangereux aux U. S. A. Deux souches ont été distinguées : l'une à fructification rapide et abondante, foncée en culture, l'autre beaucoup plus claire, à fructification très lente. Le début de culture montre une croissance intramatricielle, le mycelium étant aggloméré en fibrilles noires caractéristiques. Quand la boîte est envahie, le mycelium aérien apparaît seulement, sur les bords, en mèches cotonneuses. Des condensations noires se manifestent très tôt, et évoluent en pycnides superficielles ou internes.

a) *Mycelium.*

Le mycelium brun clair est grossièrement verruqueux, les verrues étant plus foncées, brun-noir, à parois épaisses, et présente de nombreuses chlamydospores intercalaires. La 2^e souche ne présente pratiquement pas de mycelium aérien.

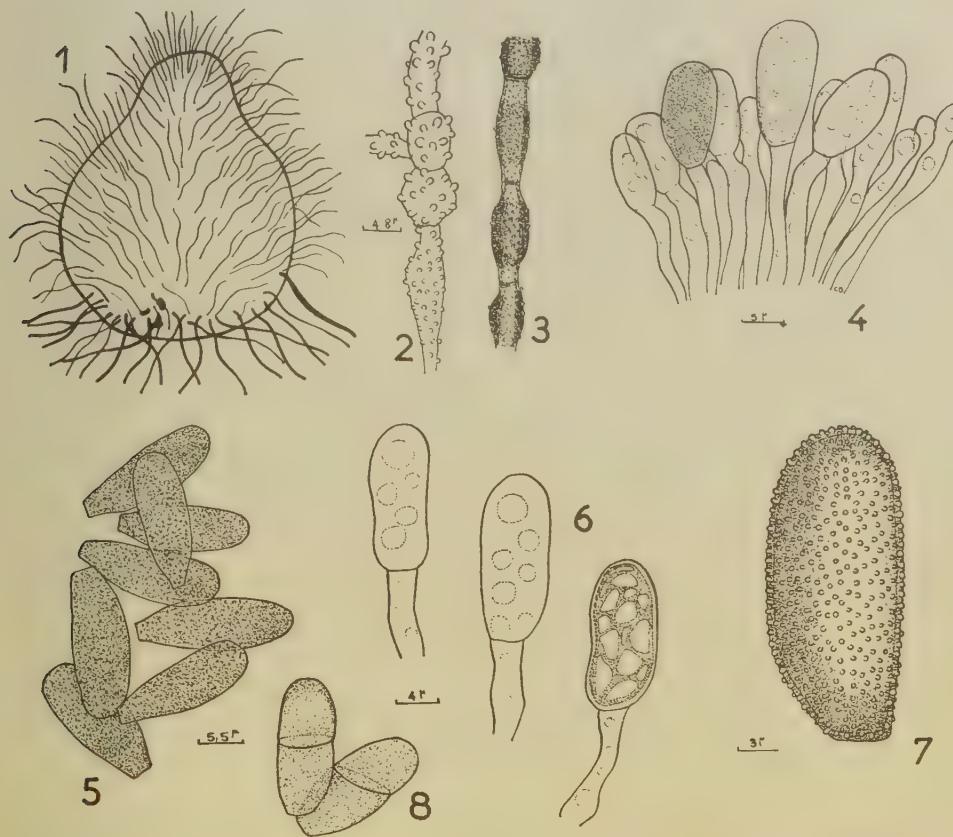
Le mycelium intramatriciel est lisse, formé d'articles bruns fuligineux, courts, larges à nombreuses inclusions, boursouflés et le plus fréquemment agglomérés en mèches — 5 à 12 μ de diamètre.

b) *Pycnides.*

Les Pycnides sont entourées en culture de mycelium aérien, dont certains filaments érigés en surface confèrent une apparence « ébouriffée » à la fructification ; mais il ne s'agit pas là de véritables poils. La forme générale est globuleuse ; l'ostiole est difficilement visible — la texture est coriace. Sous le lacs mycélien, la paroi est formée d'éléments parenchymateux hyalins à subhyalins — la majorité des pycnides se situe entre 300 et 500 μ , les dimensions extrêmes étant 190 à 675 μ .

c) *Les conidiophores.*

Ils tapissent la partie interne de la paroi en grand nombre. Ils sont hyalins, tronqués ou arrondis, à nombreuses inclusions huileuses. La sporulation s'effectue par bourgeonnement. Dimension : 12-15 μ \times 3-4 μ .

FIG. D. — *Sphaeropsis malorum* PECK.

- 1. — Pycnide en culture.
- 2. — Mycelium aérien.
- 3. — Mycelium sur pycnide.
- 4. — Conidiophores.
- 5-6. — Conidies.
- 7. — Détail d'une conidie. (obj. à immersion).
- 8. — Conidies âgées bicellulaires.

d) *Les Pycniospores.*

Jeunes, elles sont hyalines à nombreuses gouttelettes huileuses ; âgées, elles prennent une coloration brun jaune à brune. La paroi est épaisse et finement verruqueuse sur toute la surface. De forme allongée, elles sont arrondies à une extrémité, tronquées à l'autre, point d'insertion sur le conidiophore. Les parois sont à courbures inégales. C'est au bout de quatre semaines de cultures que les pycniospores nous sont apparues nettement bicellulaires — la membrane de séparation est mince et la spore

présente une légère constriction au niveau de la cloison qui n'est pas toujours médiane — le caractère verruqueux est remarquable sur les spores âgées.

Nous avons obtenu les dimensions suivantes, sur Malt, pour les pycniospores âgées unicellulaires :

Extrêmes : 23,1 — 28,4 × 8,4 — 12,6 μ .

Moyenne : 25,7 × 10,6 μ .

leur répartition est la suivante :

Longueur	Pourcentage	Largeur	Pourcentage
23,1	13 %	8,4	3 %
24,1	7 %	9,8	10 %
25,2	40 %	10,5	73 %
26,2	10 %	11,5	7 %
27,3	20 %	12,6	7 %
28,3	10 %		

Selon VIENNOT-BOURGIN, les Pycniospores jeunes mesurent de 18 — 26 × 8 — 12 μ .

Selon MUNDKUR et KHESWALLA : 14,4 — 23,4 × 10,8 — 14,4 μ . Pour ces mêmes auteurs, les spores âgées ont les dimensions suivantes :

24,6 — 32,4 × 9,8 — 13 (28,7 × 11,2) μ .
16,2 — 23 × 9 — 12,6 μ .

Il est à noter que la forme parfaite *PHYSALOSPORA cydoniae* ARN. n'a jamais été obtenue en culture.

C. — ETUDE DE *PHOMA UMBILICARIS* GRIFFON ET MAUBLANC (fig. E).

Ce parasite est capable de produire seul une pourriture brune des pommes. Les fruits attaqués ne présentaient aucune fructification. Mais après conservation au froid des échantillons, de nombreuses pycnides sous-épidermiques sont apparues, émergeant par rupture de l'épiderme. L'isolement sur Malt présente une croissance rapide. Le mycélium intramatriciel donne un revers beige. Le mycélium aérien est peu abondant, blanc, en touffes assez élevées. Les pycnides apparaissent tôt intramatricielles ou superficielles ; au bout de 8-10 jours, les spores s'échappent en masse de couleur crème ; ces pycnides sont coriaces lorsqu'elles sont âgées, caractère qui se retrouve sur le fruit. Le mycélium aérien est fin, hyalin et cloisonné (2-4 μ de diamètre). Les pycnides sont entourées de mycélium assez dense et possèdent une paroi parenchymateuse à

petits éléments. L'ostiole peut être de grand diamètre : 40μ ; il est de forme arrondie, un peu surélevée. La paroi de la pycnide est tapissée de conidiophores hyalins, cloisonnés ou non, serrés et fins (2μ). Les conidiophores apparaissent fréquemment ramifiés, ce qui motiverait l'appellation de *DENDROPHOMA* (cf. VIENNOT-BOURGIN dans les Annales de l'E. N. A. de Grignon 1944).

Les pycniospores sont allongées, hyalines, biguttulées le plus géné-

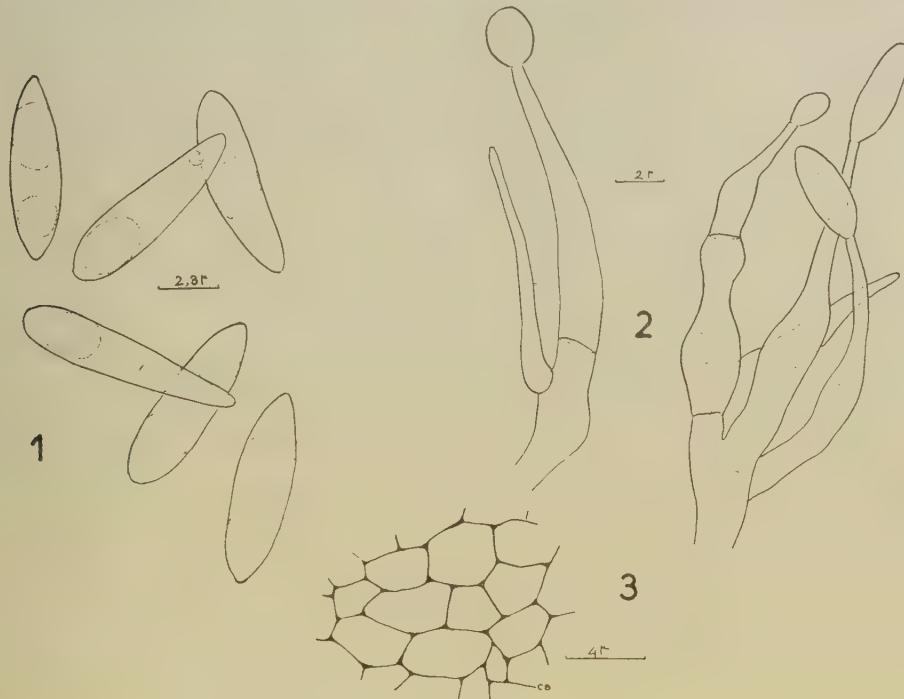


FIG. E. — *Phoma umbilicaris* GRIFFON et MAUBLANC.

- 1. — Conidies.
- 2. — Conidiophores.
- 3. — Paroi de la pycnide.

ralement, pointues à chaque extrémité. Elles sont assez homogènes en forme et dimension, fréquemment naviculées. Comme pour tous les *PHOMA*, elles sont abondantes. Elles mesurent :

$7,3-9,8 \times 2,5 \mu$.

VIENNOT-BOURGIN a donné pour cette espèce une moyenne de $7,8 \times 2,3 \mu$.

RÉSUMÉ

Quelques parasites des pommes en conservation ont été isolés, en particulier une souche de *GLOEOSPORIUM fructigenum* BERK. à acervules poilus. Nous avons constaté que ce caractère de pilosité manque

de fixité, disparaît par la culture sur milieux synthétiques et est inexistant dans les infections artificielles réalisées. Pommes, poires et coings sont sensibles à ce parasite en chambre humide à 18°-20°. Nous avons pu mettre en évidence divers types de fructifications sur milieux gélosés comprenant : une forme hyphale, des pseudo-pycnides et des acervules typiques. Des mensurations de spores ont été effectuées à ces divers stades.

Enfin deux champignons responsables de pourriture ont été étudiés en culture sur Malt : *SPHAEROPSIS malorum* PECK et *PHOMA umbilicaris* GRIFFON et MAUBLANC.

Reçu pour publication le 25 novembre 1959.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GRIFFON et MAUBLANC. — *Bull. Soc. Mycol. de France*, **26**, p. 305, 1910.
 WILKINSON. — gdm's chro. p., 159, série 3, 1943.
 MUNDKUR et KHESWALLA. — *Indian J. agric. Soc.*, **13**, p. 397, 1943.
 VIENNOT-BOURGIN et BRUN. — *Annales de l'E. N. A.* Grignon, p. 181, 1943-44.
 VIENNOT-BOURGIN. — *Phytoma*, n° 11, 1949.
 CHEVAUGEON (J.). — *Revue de Pathologie végétale et d'entomologie agricole*, **29**, p. 2, 1950.
 GOGNÉE et MOUTON. — Suppl. colonial à la revue de Mycol., **17**, p. 103, 1952-54.
 MESSIAEN (C. M.) et LAFON (R.). — *Revue de Pathologie végétale et d'entomologie agricole*, **32**, p. 133, 1953.
 WILKINSON. — *Annals of Applied biology*, **41**, p. 354, 1954.
 ZAMBETTAKIS. — *Bull. Soc. Mycol. de France*, p. 220, 1954.
 VON ARX. — *Phytopath. Zertsche*, **29**, fasc. 4, p. 413, 1957.

RECHERCHES SUR LE PASMO DES LINS A HUILE

PAR

C. ANSELME

Station centrale de Pathologie végétale, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE**Introduction.****Historique de la maladie.****Description de la maladie.****Étude du parasite.**

Caractères mycologiques.

Isolement.

Transmission par la semence.

Influence de la maladie sur les rendements des Lins à huile.

Rendement en matière sèche.

Rendement en graines.

Rendement en huile.

Mode de dissémination du parasite dans les stades jeunes.**Sensibilité des Lins à huile et à fibre au Pasmo.****Conclusion.****INTRODUCTION**

Dans le courant du mois de mai 1949 des échantillons de Lin à graines de la variété *Rocket* provenant d'un essai effectué à Ermenonville furent adressés à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles. L'observation de ces échantillons révéla la présence, sur les tiges, de nombreuses pycnides noires. L'examen microscopique montra que ces fructifications contenaient des spores hyalines allongées pluricellulaires caractéristiques d'un champignon parasite du genre *Septoria*. Les isollements effectués permirent d'obtenir un organisme présentant les mêmes caractères et capable de donner les mêmes symptômes après inoculation

sur de jeunes plantules en serre. Il s'agissait donc bien de la maladie du Pasmo causée par *Septoria linicola* (Speg.) Gar.

Déjà au mois d'avril 1947 des échantillons de lins oléagineux marocains avaient été prélevés dans la région du Boucheron (Plaine de la Chaouïa) près de Casablanca. D'autres échantillons avaient été adressés à la même époque à la Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles, par des importateurs français désireux de cultiver cette plante sur le territoire métropolitain.

Dans ces deux cas les lins souffraient d'une maladie provoquant une sorte de brûlure des plantes, dont les feuilles et les tiges semblaient se dessécher prématûrément. A cette époque, l'examen microscopique des échantillons avait permis d'identifier le parasite au *Septoria linicola* agent de la maladie du Pasmo.

HISTORIQUE DE LA MALADIE

Cette maladie fut étudiée pour la première fois en 1911 en République Argentine par SPEGAZZINI qui lui donna le nom de Pasmo. Le parasite fut alors décrit sous le nom de *Phlyctaena linicola* (Speg) et une forme voisine sous le nom de *Septogloeum*. Un peu plus tard GIROLA mit en relief les pertes occasionnées par ce parasite. Enfin en 1923-1924 BRENTZEL identifia un parasite trouvé dans la région du Dakota du Nord à celui trouvé en Amérique du Sud par SPEGAZZINI.

En 1930 RODENHISHER étudia les mutations en culture de ce parasite et la spécificité de ses différentes formes physiologiques. La même année la maladie fut observée en Sibérie par Mme NATALYINA. L'étude effectuée à cette époque permit de penser que le parasite provenait de la République Argentine.

Par la suite, la maladie fut signalée dans divers pays du Monde. En 1938 en Allemagne, elle fut observée par WOLLENWEBER qui décrivit sa forme parfaite *Sphaerella linorum*, qu'il rattachait au genre *Septoria*.

La même année, GARASSINI définit la position systématique du champignon et le plaça dans le genre *Septoria* sous l'appellation de *Septoria linicola* (Speg.) Gar.

En 1936, la législation soviétique interdit l'exportation de lin susceptible de porter la maladie du Pasmo.

En 1945 cette maladie était signalée dans les pays suivants : Danemark, Canada, États-Unis, Hongrie, Irlande, Kenya, Nouvelle Zélande, Pérou, Portugal, Roumanie, Uruguay, Yougoslavie ; précédemment, dans ce dernier pays, des pertes importantes avaient été constatées sur les lins à huile en 1936.

Actuellement la maladie semble encore inconnue en Angleterre,

Belgique, Hollande et Italie. Elle n'existerait en Irlande que sur les lins sauvages.

La maladie est apparue en France dans la région de Chateaudun en 1950 et en 1951 sur des cultures de lin à huile issues de semences de la variété Maroc importées d'Afrique du Nord. Ce n'est qu'en fin de végétation, peu avant la récolte, que les liniculteurs observèrent les symptômes de desséchements prématurés caractéristiques de la maladie.

DESCRIPTION DE LA MALADIE

Des essais ayant été entrepris à Versailles depuis 1949, nous emprunterons la description des symptômes aux observations effectuées sur les jeunes plantes en serre, sur les lins adultes des parcelles d'expérimentation ainsi que dans les champs des cultivateurs où la maladie s'est déclarée spontanément.

En serre on obtient facilement des infections par pulvérisation de spores sur les plantes. Celles-ci sont placées en incubation pendant 48 heures sous cloches. Sept à neuf jours après on voit apparaître sur les cotylédons des plages bien délimitées vert clair légèrement en dépression ; ces plages deviennent grises de plus en plus foncées et gagnent progressivement tout le cotylédon 8 à 10 jours après la contamination pour une température moyenne de 22°. On distingue parfois nettement sur ces taches de légères stries concentriques. Dès que les taches brunes apparaissent les ébauches des pycnides sont bien développées. Les pycnides font leur apparition sur les cotylédons flétris 14 à 17 jours après la contamination ; puis les cotylédons se dessèchent et pendent le long de la tige.

Après un mois et demi de conservation en serre on observe parfois sur des plantules de 20 cm, des taches de 2 à 3 cm brunes rougeâtres sur les tiges, la base de ces taches correspondant au point d'insertion des cotylédons flétris ayant déjà subi l'attaque de Pasmo. D'autre part, si on a pu observer dans les conditions naturelles des attaques au stade plantule, sur les cotylédons de lins semés tardivement, aucun symptôme n'a pu être observé sur des lins semés normalement au mois d'avril entre ce stade et la floraison. Les conditions climatiques réalisées dans nos régions où le lin à graine est cultivé, ne permettent sans doute pas l'extériorisation des symptômes sur les jeunes plantes. Ces dernières présentent peut-être une certaine résistance entre le stade plantule et la floraison (ce qui semble peu probable, des symptômes ayant été observés en serre entre ces deux stades à une température plus élevée et plus constante). Nous pensons plutôt que le parasite défavorisé par les conditions climatiques qu'il trouve lorsque les lins sont au stade plantule, manque de moyens rapides de propagation et végète en progressant lentement

dans les tissus épidermiques de la plante sans manifester de symptômes extérieurs. Ce n'est qu'après le stade floraison (période située vers la fin du mois de juin) que l'on peut observer dans les champs de lins malades des foyers de plusieurs mètres carrés à l'intérieur desquels les plantes présentent un brunissement partiel des tiges qui leur donne à première vue un faux aspect de maturité. Ce sont ces premiers foyers qui présentent le caractère le plus typique de la maladie. En effet, sur les plantes encore vertes le parasite se manifeste par des taches brunes situées à différents niveaux sur la tige. Pratiquement on observe presque toujours une tache brune entourant la base de la capsule, les feuilles sont également couvertes de taches brunes, de même que les sépales des capsules en formation et les capsules elles-mêmes.

Les taches apparues sur les tiges, les feuilles et les sépales se couvrent alors de nombreuses pycnides et si le temps est suffisamment humide, on peut voir apparaître par l'ostiole de chacune de ces fructifications des cordons mucilagineux de couleur rose formés par les spores agrégées du champignon. Ces spores disséminées par le vent ou la pluie peuvent provoquer des attaques secondaires sur les plantes environnantes. On a pu compter en 1950 à Versailles jusqu'à trois cycles de contaminations successives en une seule saison. La propagation de la maladie au champ peut se faire également par simple contact des organes aériens des plantes.

En fin de végétation on observe des symptômes encore plus prononcés. C'est ainsi que dans un champ ayant subi une attaque généralisée à la suite de plusieurs cycles d'infections secondaires les plantes ayant servi de foyers d'infection forment ça et là dans le champ des taches arrondies de trois à quatre mètres carrés de couleur blanche argentée s'opposant ainsi au reste du champ, de couleur brune. Cet aspect en fin de végétation, des foyers primaires (les plus atteints) provient du fait que l'écorce brunie des tiges, complètement détruite par le développement du parasite, se trouve dilacérée, mettant à nu les fibres cellulosiques de couleur blanchâtre déchiquetées elles aussi aux différents niveaux d'attaque du parasite. On peut observer encore sur cette zone sous-corticale mise à nu, les nombreuses pycnides du parasite.

Afin de faciliter au cours des expérimentations, les observations et les comptages de la maladie, cinq stades ont été déterminés dans la manifestation des symptômes du Pasmo.

1^o Début d'attaques sur feuilles : taches brunes arrondies sur les feuilles.

2^o Feuilles complètement « brûlées » pas ou très peu d'attaques sur tiges.

3^o Début d'attaques sur tiges ; symptômes typiques : alternance de taches brunes rougeâtres sur les tiges de lin encore vertes.

4^o Tiges complètement brunies avec début de formation de pycnides : les feuilles entièrement « brûlées » se sont plus ou moins détachées.

5^o Attaque ultime : épiderme dilacéré mettant à nu les fibres cellulaires blanchâtres couvertes de pycnides.

ÉTUDE DU PARASITE

Caractères mycologiques.

L'étude qui a été faite révèle une identité complète entre le parasite observé et ceux décrits par SPEGAZZINI, BRENTZEL et LOUGHNANE.

Dimensions des pycnides (sur 100 pycnides).

	plus petit diamètre	plus grand diamètre
Versailles.....	70,4 μ	154 μ
Spegazzini.....	75 μ	150 μ
Brentzel	63 μ	126 μ

Dimensions des spores (sur 100 spores).

	Longueur	Largeur	Moyennes
Versailles	15,4 μ - 32 μ	1,5 μ - 3,2 μ	23,7 μ \times 2,3 μ
Spegazzini C...	20 μ - 30 μ	1,5 μ - 3 μ	25 μ \times 2,2 μ
Brentzel W.E.			21,7 μ \times 2,8 μ

Le champignon se développe lentement sur milieu artificiel.

Sur un milieu à base de carotte gélosée acidifiée par un acide organique (tartrique ou citrique de préférence à 0,5-0,8 p. 100) il produit des spores en grande quantité sous forme de cirrhes de couleur rose. Ces spores adultes ont en général 3 cloisons. Sur les cultures âgées de plus de 3 mois le substratum prend une couleur noire et se recouvre d'un léger feutrage mycélien gris-blanchâtre sur lequel on observe encore quelques pycnides.

Sur un milieu liquide le parasite semble ne plus former de spores sur des cultures âgées de 1 mois. En réalité les spores formées dès le début de la culture sont tombées dans le milieu liquide et y ont germé.

A partir d'isolements effectués sur la variété ROCKET en 1949 et qui ont donné une culture blanche à mycelium floconneux deux cultures distinctes ont pu être obtenues :

1^o L'une grise verdâtre plate sans production de spores.

2^o L'autre blanche rosée mamelonnée, la partie centrale verte produisant des spores.

Dans un essai effectué pour déterminer la courbe de développement du champignon à différentes températures des variations ont été observées dans la forme et la couleur des cultures provenant d'isolements effectués à Versailles sur la variété Rocket.

De 10 à 12° développement très limité ; cultures mycéliennes petites mammelonnées ; marge blanche limitant une partie brunâtre centrale. Pas de formation de spore.

De 18 à 20° cultures mycéliennes rosâtres — partie centrale blanche et partie marginale grise ou brun-verdâtre, sans formation de spores.

De 24 à 26° colonies mycéliennes entièrement blanches, partie marginale rosée — partie centrale verte avec production de spores. La formation de spores qui ne se produit qu'aux environs de 24°C permettrait d'expliquer que le développement de la maladie n'est important en France qu'à partir de la floraison (fin juin-début juillet). Non seulement les températures de l'ordre de 24° permettraient la fructification du champignon, mais elles accéléreraient le cycle évolutif du parasite dans les plantes. En effet une expérimentation en grande culture a montré qu'à la suite d'une contamination artificielle réalisée au début du mois d'avril l'incubation de la maladie a été de 24 jours. Elle a été réduite à 5 jours pour une contamination faite au début du mois de juillet, c'est-à-dire un mois après la floraison.

Plusieurs courbes de température ont été dressées concernant la croissance du *Septoria*. L'optimum se situe toujours à 24°, le minimum à 4°, le maximum à 30°.

La germination des spores pour être complète nécessite un minimum de 16 heures à 20°.

Des périthèces d'un *Sphaerella* ont été observés au mois de septembre 1949 sur le sommet de tiges de la variété Maroc infectées artificiellement et conservées après la récolte. Il pourrait s'agir de *Sphaerella linorum* Woll *.

Isolement.

Les isolements à partir d'organes portant des fructifications s'effectuent aisément. Il en va différemment lorsque l'on veut isoler le parasite à partir des graines. Deux méthodes ont été utilisées.

1. *Méthode d'Ulster.* — a) Si les graines ne sont pas désinfectées superficiellement le développement des saprophytes plus rapides que celui du parasite spécifique empêche l'observation du Pasmo.

b) Si les graines sont désinfectées superficiellement et coupées longitudinalement en deux, la partie coupée étant placée sur le gélose on obtient seulement 2 à 3 p. 100 de colonies.

2. *Méthode utilisée à Versailles.* — La méthode ayant donné les meilleurs résultats consiste à faire un lavage de deux grammes de graines (prélevées dans un échantillon infecté) dans 4 à 5 cc d'eau distillée.

* *Mycosphaerella linorum* (Woll.) Garcia-Rada est la terminologie actuelle.

On filtre l'eau de lavage sur étamine et on la centrifuge 1 minute à 6 000 tours/min. On examine le culot decentrifugation après coloration au bleu lactique. Des quantités de spores portées extérieurement par les graines ont pu être ainsi observées sur des échantillons issus de cultures contaminées. Il semblerait résulter de ces observations que la totalité des spores de *Septoria* se trouverait à la surface externe des téguments des semences. Cependant, nous allons voir qu'au cours de plusieurs essais désinfection effectués en plein champ, ces conclusions ne se sont pas révélées exactes.

Transmission par la semence.

Les observations effectuées dans les cultures de lin à huile nous ont permis de voir que les taches brunes provoquées par le parasite sur les plantes se trouvaient très fréquemment localisées sur les pédoncules des capsules, ce qui permet de supposer que le champignon pénètre dans les graines en formation par les placentas. Cette hypothèse semble confirmée par l'essai de désinfection effectué à Versailles en 1950. Plusieurs lots de semence de la variété Maroc de diverses provenances furent utilisés.

1^o Un lot provenant d'une récolte contaminée.

2^o Un lot provenant d'une récolte apparemment saine (Témoin).

3^o Ce même lot infecté artificiellement par pulvérisation de spores à la surface des graines.

Les lots infectés naturellement et artificiellement furent désinfectés avec deux produits organo mercuriques, l'un utilisé en poudrage, l'autre en traitement humide.

Ce dernier traitement consiste à utiliser 8 à 10 l de solution désinfectante pour 100 kg de semence. Il est appelé « short wet method » par les auteurs de langue anglaise.

Dans les essais de désinfection effectués à Versailles les produits mercuriques utilisés sous forme de chlorures dosaient respectivement :

1,2 p. 100 de mercure pour le poudrage,

3,5 p. 100 de mercure pour la désinfection humide.

TABLEAU I
Pourcentage de tiges atteintes par le Pasmo.

	Repet. 1	Repet. 2	Repet. 3	Repet. 4	Moyenne
Infection naturelle	67	73	69	86	73
Infection naturelle					
désinfection poudrage	50	51	58	60	54
désinfection humide.....	38	39	43	46	41
Infection artificielle	82	89	92	95	89
Infection artificielle					
désinfection poudrage	34	34	42	45	38
désinfection humide	31	31	38	40	35
Témoin	38	40	53	67	49

Le tableau I montre que les désinfections effectuées avec des produits organo mercuriques utilisés en traitement humide ont donné les meilleurs résultats, mais laissent voir encore plus clairement que la désinfection n'est jamais totale et que seule une partie des spores de Pasmo portées extérieurement par les semences sont éliminées. Le fait que l'on ne peut jamais abaisser le taux d'infection au-dessous de 35 à 40 p. 100 permet de penser que le parasite peut s'installer à l'intérieur des téguments de la graine. Ce fait semble d'ailleurs se trouver confirmé par un essai en plein champ effectué en 1951 dans lequel 4 produits différents de désinfection furent utilisés et où des résultats analogues furent observés (1).

INFLUENCE DE LA MALADIE SUR LES RENDEMENTS DES LINS A HUILE

Des essais d'infection à partir de foyers créés artificiellement furent réalisés en 1950 afin de noter les pertes occasionnées par le parasite. La contamination des foyers ayant été réalisée le 7 juin l'attaque fut générale vingt jours plus tard. Le parasite était porté principalement sur les feuilles et les capsules (transmission par contact) mais restait rare sur les tiges.

Un mois après cette attaque généralisée, les parcelles de 9 m² au centre desquelles étaient situés les foyers étaient « brûlées » et les foyers réduits à des tiges blanchâtres.

Une étude fut effectuée sur les graines provenant des foyers artificiels, et des parcelles entourant ces foyers.

L'influence du parasite a été étudiée :

sur la diminution de la matière sèche des graines ;

sur la production de graines malades perdues lors des opérations de nettoyage ;

sur la diminution du rendement en huile des graines.

Influence du Pasmo sur la diminution de la matière sèche des graines.

La figure 1 montre l'action du parasite sur le rendement en matière sèche des graines.

Influence du Pasmo sur la production de graines.

Des comptages sont réalisés sur le nombre de graines contenues dans les capsules issues des parcelles et des foyers de contamination.

1^o Sur cinq prélèvements de 20 capsules chacun, effectués dans les foyers, et avec une moyenne de 9 graines par capsule on a dénombré :

— 48 p. 100 de graines malades réduites à leurs membranes sans pouvoir germinatif ;

(1) Cl. ANSELME : La maladie du Pasmo des lins à huile en France, Phytatrie-Phytopharmacie n° 3, 1952.

- 31 p. 100 de graines apparemment saines utilisables en huilerie ;
- 21 p. 100 de graines abortées.

On peut par conséquent estimer que dans les parties les plus infectées la maladie provoque une réduction d'environ 70 p. 100 du nombre des graines utilisables en huilerie.

2^o Sur le même nombre de prélèvements de 20 capsules chacun,

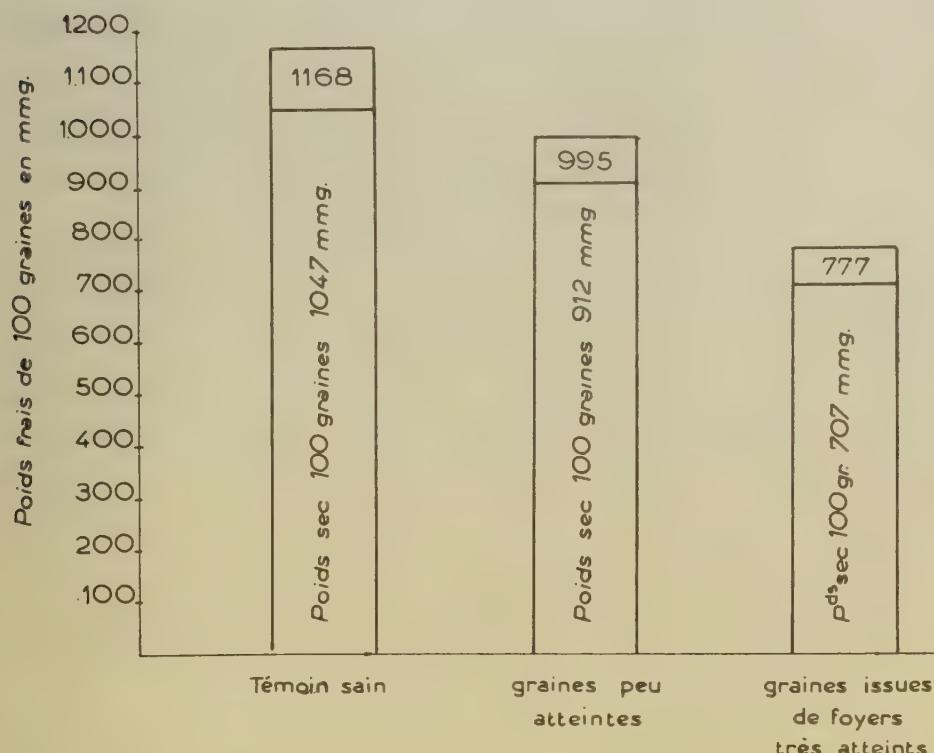


FIG. 1. — Influence du degré d'attaque des semences par le Pasmo sur le rendement en matière sèche.

effectués dans les parcelles situées autour des foyers et avec une moyenne de 9 graines par capsule, on a dénombré :

— 27 p. 100 de graines malades réduites à leurs membranes, sans pouvoir germinatif.

- 48 p. 100 de graines apparemment saines utilisables en huilerie.
- 25 p. 100 de graines abortées.

Dans ces deux cas la contamination avait été tardive et le parasite au moment de sa pénétration dans les capsules s'est trouvé en présence de graines déjà formées.

Il semble donc qu'une faible attaque généralisée, de bonne heure au moment de la formation des capsules facilite l'avortement des graines, alors qu'une forte attaque tardive comme celle observée dans les foyers à Versailles agit surtout sur la réduction de la faculté germinative des

semences ; celles-ci deviennent plates, et peuvent, dans des cas d'attaques importantes par forte chaleur et forte humidité, porter des pycnides.

Il apparaît que les conditions climatiques en France ne permettent qu'exceptionnellement, une faible attaque du parasite à un stade précoce des plantes, entraînant un avortement total dans les capsules. En effet les premiers symptômes de Pasmo observés au cours des années 1950 et 1951 sont apparus tard (15 juin-15 juillet).

Des comptages sont faits également dans des lots plus ou moins infectés avant et après passage au tarare.

1^o Des comptages de graines prélevées dans plusieurs foyers d'infection de 1 m² chacun montrent que 15 p. 100 des graines plates sont perdues après 3 passages successifs au tarare. De toute façon ces graines sont incapables de donner un rendement en huile satisfaisant.

2^o Des notations effectuées avant et après 3 nettoyages successifs de graines issues de parcelles infectées secondairement par les foyers montrent que seulement 7 à 8 p. 100 des graines sont perdues après ces opérations.

C'est donc sur une élimination moyenne de 12 p. 100 des graines malades qu'il faut compter après des opérations de nettoyage effectuées à fond pour une récolte comprenant des lots fortement et faiblement atteints.

Influence du Pasmo sur les rendements en huile des graines.

Les rendements en huile sont affectés de façon variable selon que les prélèvements ont lieu :

- 1^o Dans les foyers.
- 2^o Dans les parcelles entourant les foyers.
- 3^o Dans les témoins sains.

TABLEAU II

*Rendements en huile en pourcentage de matière sèche
des graines de la variété Maroc effectués en 1951.*

Foyers maladie	Parcelles entourant ces foyers	Versailles	Témoin (semences prélevées chez les cultivateurs)
37 %	39 %	41 %	39,7 %

Si l'on compare les rendements en huile des foyers de maladie aux rendements obtenus avec des graines saines à Versailles on note une diminution de l'ordre de 10 p. 100. Les graines témoins prélevées chez le cultivateur donnent des rendements légèrement inférieurs à ceux obtenus à Versailles. On peut par conséquent penser que les graines de Maroc sont toujours plus ou moins infestées par le Pasmo.

Néanmoins la baisse de rendement en huile n'est importante qu'en fonction du nombre de foyers de maladie dans les cultures. A la perte en huile proprement dite s'ajoutent les pertes dues à la formation de graines plates qui sont éliminées lors des opérations de nettoyage. Nous avons vu que la réduction du nombre de graines peut atteindre 12 à 15 p. 100 des semences produites. Sur une production de 15 quintaux/hectare issue d'un champ malade et en évaluant à 10 grammes le poids de 1 000 graines on peut estimer en moyenne à 2 quintaux la perte provoquée par la formation de graines plates. Soit une production totale en graine saine qui aurait dû être de 17 quintaux.

MODE DE DISSÉMINATION DU PARASITE DANS LES STADES JEUNES

Des observations effectuées en serre ont permis de constater que des attaques de Pasmo survenues sur des plantes issues de graines infectées naturellement se transmettent facilement à d'autres plantes bien avant la formation de pycnides (qui auraient permis une dissémination explicable de la maladie). Des essais furent entrepris afin d'observer si, régulièrement, la maladie peut se transmettre d'une plante à l'autre autrement que par l'intermédiaire de spores issues de pycnides, et bien avant la formation de celles-ci.

En suivant l'évolution de la maladie à partir de contaminations artificielles sur des plantules placées en incubation pendant 48 heures sous cloche, on note les phases suivantes :

— Le filament germinatif des spores pénètre généralement par l'ostiole des stomates.

— 5 à 7 jours après la contamination, des taches vert clair se forment sur les cotylédons, le mycélium a alors progressé de 60 à 70 μ dans l'épaisseur du cotylédon.

— 8 jours après la contamination, on observe les premières taches grises et des filaments mycéliens agglomérés dans les chambres sous-stomatiques. Des bouquets de filaments mycéliens sortent des stomates : 55 à 60 p. 100 des stomates présentent ces formations.

— 10 jours plus tard 20 p. 100 des plantes présentent ces symptômes typiques sur cotylédons ; le lendemain 75 p. 100 des plantes sont atteintes. Les pycnides ne sont pas encore apparues. En général elles apparaissent en serre à 20°, 14 à 17 jours après la contamination.

Les bouquets mycéliens issus des stomates présentent des filaments en tous points semblables à des conidiophores, d'ailleurs ces filaments se segmentent à leurs extrémités de telle façon qu'ils libèrent des éléments analogues à des spores de Pasmo. Quelques-uns d'entre eux ont été observés en voie de germination. Il est très possible que ces organes ne

soient qu'une partie des ébauches de pycnides en formation dans les loges sous-stomatiques.

Il est intéressant de noter que le parasite peut avoir un pouvoir contaminant bien avant la formation de pycnides par le moyen d'organes

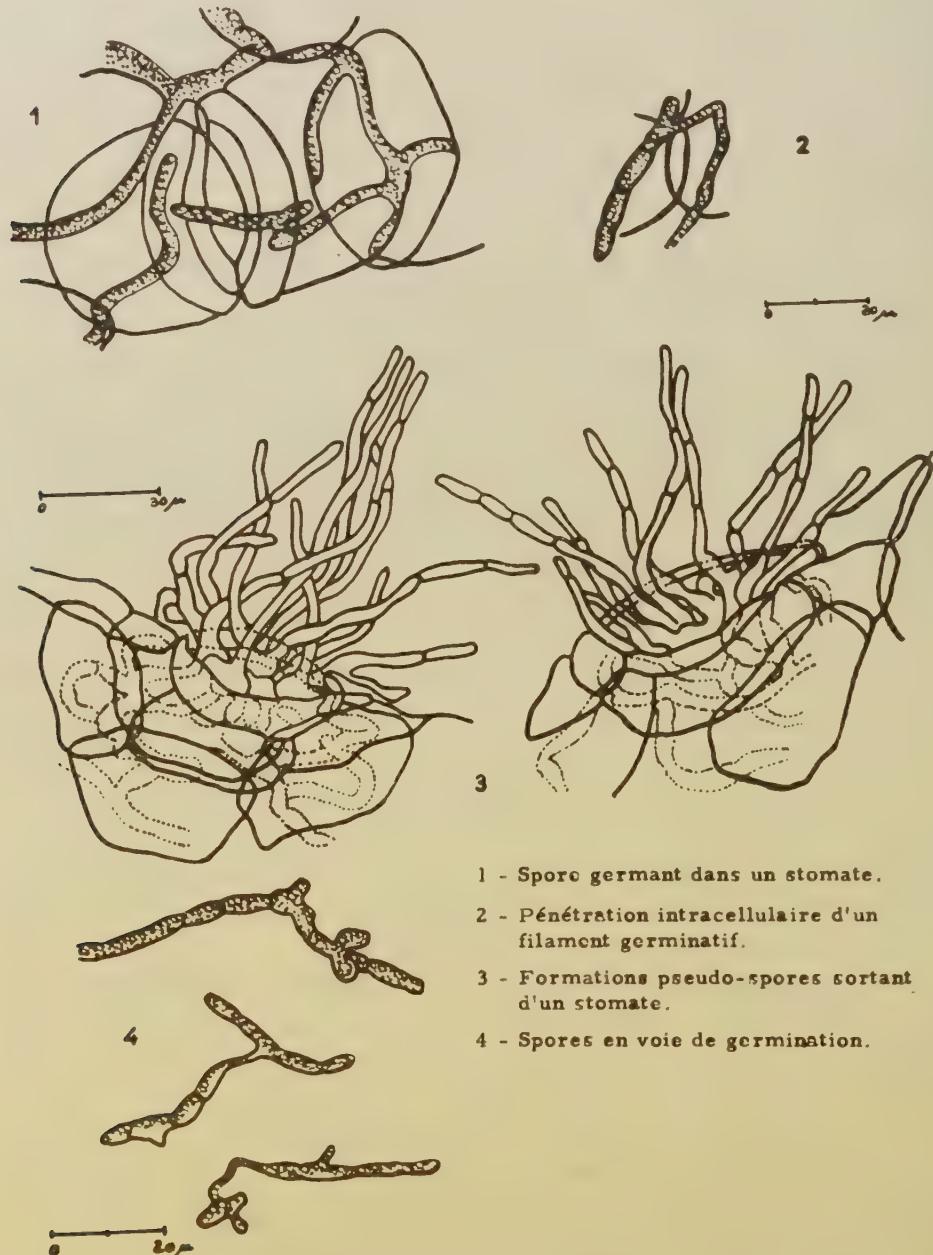


FIG. 2. — Germination de spores de Pasmo et formation pseudo-spores.

analogues à ceux des spores formées normalement. Il pourrait s'agir de la forme *Septogloeum* dont WOLLENWEBER a observé les conidies libres précédant la formation de pycnides.

L'étude biométrique des dimensions de ces spores, comparée aux spores normales trouvées dans les pycnides sous-stomatiques qui sont apparues 4 jours après l'observation de ces bouquets mycéliens a été effectuée.

Nous avons observé des ébauches de pycnides sous-stomatiques, bien développés, envoyant par les stomates des filaments libérant de grosses spores trapues, plus larges que les spores normales issues des pycnides (tableau III).

35 p. 100 de ces formations possèdent 1 cloison.

25 p. 100 — d° — 2 cloisons

40 p. 100 — d° — 3 cloisons

TABLEAU III

*Dimensions comparées des pseudospores observées avant la formation des pycnides avec des spores de pycnides de *Septoria linicola* mesurées le même jour, et des spores issues de pycnides, formées sur les emplacements où furent observées les pseudospores. (Mensurations réalisées sur 100 spores pour chaque catégorie.)*

	Longueur en μ		Largeur en μ		Moyenne
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	
Pseudospores	21,7	13	3,2	2	$17,3 \times 2,6$
Spores de pycnides de <i>Septoria linicola</i>	31	15,4	2,5	1,5	$23,2 \times 2$
Spores de pycnides de <i>Septoria linicola</i> formées sur les emplacements des pseudospores	32,5	19,5	3,2	2,1	$26 \times 2,6$

Des infections en serre ont été tentées à l'aide de ces formations. Dans ces essais, 10 p. 100 seulement des plantes au maximum ont été reconnues infectées à coup sûr par les formations mycéliennes issues des chambres sous-stomatiques.

SENSIBILITÉ DES LINS A HUILE ET A FIBRE AU PASMO

Les différentes études réalisées entre 1949 et 1955 ont toujours révélé une sensibilité des lins à cette maladie et, plus particulièrement en ce qui concerne les lins à huile (100 p. 100 des plantes malades après infection artificielles à la floraison). Ce n'est qu'au cours d'années sèches (1949 et 1952) que l'on a pu noter une réduction nette du pourcentage de plantes atteintes. En 1949 la variété Maroc n'a présenté que 16 p. 100 de plantes malades : les graines avaient été contaminées artificiellement au moment du semis.

Les lins à fibres ont des réactions beaucoup plus irrégulières à l'égard du parasite. En 1954, à la suite d'infections artificielles réalisées au moment de la floraison, on a pu définir deux groupes de variétés :

1^o *Variétés présentant 25 p. 100 à 30 p. 100 de plantes malades.* Verum, Arc en ciel, Madonna, Diana, Formosa.

2^o *Variétés présentant 45 p. 100 à 60 p. 100 de plantes malades.* Percello, Solido, Noblesse, Ile-de-France, Daros 1, Eckendorfer frühlachs, Wiera, Fivel.

Dans ce même essai les variétés à huile Pervenche et Pastel présentaient 100 p. 100 de plantes atteintes.

Les dégâts sur lin oléagineux s'apparentent à un échaudage des graines si l'attaque a lieu avant leur formation dans les capsules. Si l'attaque a lieu après, elle a moins d'incidence sur les rendements.

En ce qui concerne les lins à fibre toute attaque de tiges, même faible peut avoir des répercussions considérables sur les rendements en fibre. (Pourcentage accru de production d'étope au détriment de la filasse.)

Il convient par conséquent d'être très prudent en ce qui concerne les cultures côté à côté de lin oléagineux et de lins à fibre.

CONCLUSION

La maladie du Pasmo a une influence importante, sur les rendements en huile des graines (30 p. 100 de perte en matière sèche) et sur les rendements qualitatifs et quantitatifs en filasse des lins à fibre. Il convient par conséquent d'observer en France une grande prudence dans l'utilisation de semences marocaines importées et surtout dans l'emploi de graines issues d'une récolte infectée l'année précédente. Nous conseillons les précautions suivantes :

1. — Prélever la semence dans les lots sains ou peu contaminés.
2. — Procéder à un sérieux nettoyage par plusieurs passages successifs au tarare. On peut ainsi éliminer environ 12 p. 100 de graines infectées, réduites à leurs simples membranes.
3. — Le parasite qui peut avoir un pouvoir contaminant avant la maturité des pycnides se conserve dans le sol plusieurs années sous sa forme parfaite (*Sphaerella linorum* Woll) ; à la faveur de pailles ou de débris de capsules. Il pourra infecter l'année suivante une culture de lin située sur le même champ ou à proximité. Il faudra donc éviter le retour du lin pendant 3 ou 4 ans sur la même terre.

De plus il ne faudra pas transporter les pailles et les racines issues de récolte contaminée, mais les détruire sur place. Le parasite peut également se conserver sur quelques lins sauvages.

4. — Traiter la semence avec un produit fongicide. Le traitement élimine les spores portées superficiellement par les graines, il peut réduire les attaques du parasite dans la proportion de 50 p. 100.

Les débris de récolte mélangés aux graines peuvent les infester superficiellement et les opérations de nettoyage si parfaites qu'elles soient ne pourront jamais éliminer totalement toutes les graines infectées. C'est pourquoi l'opération de désinfection des semences est indispensable.

5. — Éviter de cultiver côté à côté des lins à huile et à fibre.

6. — Il serait intéressant de porter son effort sur la création de variétés résistantes.

Reçu pour publication le 21 décembre 1959.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRENTZEL (W. E.). — Pasmo disease of flax. *Journ. Agric. Res.* XXXII, 25-37, 1926.

COLHOUN (J.) et MUSKETT (A. E.). — Pasmo disease of flax. *Nature*, CLI, 223-224, 1943.

CRUICKSHANK (I. A. M.). — Thermo chemical seed treatment. *Nature* CLXXIII, 4396, 217-218, 1954.

GARASSINI (L. A.). — Ubicacion Generica del micromicete que produce el Pasmo del lino. *Rev. fac. Agron. La Plata*, XXIII, 95-107, 1938.

GIROLA (C. D.). — Cultivo del Lino en la Republica Argentina. *Ann. Soc. Rural. Argentina*, LIV, 105-112, 145-149, 189-197, 1920.

LOUGHNANE (J. B.), MAC KAY (R.) et LAFERTY (H. A.). — Observations on the Pasmo disease of flax on the causal fungus *Sphaerella linorum* (Woll.). *The Scientific proceeding of the Royal Dublin Society*, XXIV, 10, 1946.

MUSKETT (A. E.) et MALONE (J.). — The Ulster method for the examination of flax seed for the presence of seed borne parasites. *Ann. appl. Biol.* XXVIII, 8-13, 1941.

RODENHISHER (C.). — Physiologic specialization and mutation in *Phlyctaena linicola* (Speg.). *Phytopathology* XX, 931-942, 1930.

SPEGAZZINI (C.). — Mycetes Argentinenses. *An. Mus. Nac. Buenos-Aires*, III, 13, 389-390, 1911.

WOLLENWEBER (H. W.) et KRUGER (E.). — Die Septoria oder Pasmo Krankheit des Leins in Deutschland. *Nachrichtenblatt Deutsch Pflanzenschutzdienst*, XVIII, 2, 11-12, 1938.

WOLLENWEBER (H. W.). — *Sphaerella linicola* n. sp. Die Ursache der amerikanischen Leinpest (Pasmo-oder septoria Krankheit). *Rev. Bot. Inst. Miguel Lillo* II, 483-494, 1938.

MICROFLORE FONGIQUE D'UN SOL DU PUY-DE-DÔME
ET DE LA RHIZOSPHERE DE L'AIL.
INCIDENCE DU TRAITEMENT DES CAYEUX
CONTRE *SCLEROTIUM CEPIVORUM* BERK.
SUR CETTE MICROFLORE

PAR

J. GUILLEMAT et C. BIGOT

Laboratoire de recherches de la Chaire de Botanique et Pathologie Végétale,
École nationale d'Agriculture, Grignon.

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — Introduction.**
- II. — Prélèvements et méthodes.**
 - A. — Caractéristiques du terrain.**
 - 1^o Organisation des essais.
 - 2^o Le sol.
 - 3^o Caractéristiques agronomiques.
 - 4^o Observations météorologiques.
 - B. — Les prélèvements.**
 - C. — Les méthodes d'étude.**
 - 1^o Méthode par dilution de terre.
 - 2^o Méthode par lavages des racines.
 - 3^o Méthodes accessoires.
 - 4^o Conclusions sur les méthodes employées.
- III. — Étude de la mycoflore.**
 - A. — Mycoflore totale du sol.**
 - B. — Étude détaillée de la mycoflore.**
 - 1^o Répartition des espèces.
 - 2^o Étude quantitative de la microflore fongique.
 - 3^o Microflore de base.
 - 4^o Pourcentages relatifs.
 - 5^o Étude succincte des divers groupes dans la mycoflore totale.
- IV. — Influence de traitements contre le *Sclerotium cepivorum* BERK sur la rhizosphère de l'Ail.**
 - 1^o Evolution de la mycoflore en fonction des prélèvements et des traitements.
 - 2^o Isolements du *Sclerotium*.
 - 3^o Activité saisonnière.
 - 4^o Espèces caractéristiques de la rhizosphère de l'Ail.
- V. — Conclusions.**
- VI. — Résumé.**
- VII. — Bibliographie.**

I. — INTRODUCTION

Dans le cadre de nos recherches sur la microflore fongique des sols cultivés, nous avons entrepris de déterminer l'incidence de traitements fongicides du sol ou de traitements de bulbes sur la population des champignons ou sur la rhizosphère. Le matériel d'expérimentation nous a été fourni cette année par le Service de la Protection des Végétaux, de CLERMONT-FERRAND, à la Station de MARMILHAT, où un essai de produits a été entrepris par traitements de cayeux d'Ail, dans le but de combattre un agent pathogène dangereux, le *SCLEROTIUM cepivorum* BERK. Il est intéressant en effet de lier le travail à un problème pathologique, tout en restant dans le domaine de la mycoflore du sol. Le *SCLEROTIUM* provoque sur les Liliacées cultivées du genre *ALLIUM* les symptômes du « White Rot » ou pourriture blanche. L'Oignon (*A. cepa* L.), l'Ail (*A. sativum* L.), l'Échalotte (*A. ascalonicum* L.), le Poireau (*A. porrum* L.), la Ciboule (*A. fistulosum* L.), et l'Ail des vignes (*A. vineale* L.) sont touchés communément dans les pays de climat froid ou tempéré. Le champignon décrit par BERKELEY en 1841, a été reconnu seulement en 1920 comme agent causal de cette pourriture blanche. La maladie se développe sur ces hôtes durant toute la période de croissance, entraînant leur disparition rapidement, et se manifeste comme une pourriture de bulbes après la récolte. Dès le mois de mai, on observe un jaunissement caractéristique des feuilles ; le mycelium a envahi les racines et pénètre les écailles des jeunes bulbes, pour former enfin un manchon blanc qui enserre la base des premières feuilles ; un revêtement incrustant formé de nombreux microsclérotes noirs (0,2 à 0,6 mm de diamètre) est bientôt visible entre les écailles ou sur la base de la tige. La destruction de la plante entraîne la libération des sclérotes dans le sol où, grâce à leur résistance aux facteurs physiques, ils conservent leur pouvoir infectieux pendant 8 à 10 ans, rendant difficile toute culture d'Ail. Or, bien que cette plante soit cultivée en général sur de petites surfaces pour chaque exploitant, il ressort que la production de bulbes d'Ail est fort lucrative, et représente une culture non négligeable pour la région de CLERMONT-FERRAND, motivant donc les tentatives de protection anticryptogamique.

Cette expérimentation nous a permis d'inventorier un sol nouveau qui a livré 127 espèces différentes, dont quelques-unes semblent intéressantes et seront étudiées par la suite. La Mycoflore de base de ce sol argilo-calcaire a été mise en évidence et présente quelques points communs avec celle déterminée depuis longtemps dans les parcelles Dehérain à GRIGNON. L'utilisation d'une méthode de lavages successifs de racines nous a donné l'occasion d'étudier la population fongique de la rhizosphère d'Ail et de noter, en particulier, qu'au niveau de la racine lavée, les *FUSARIUM* constituent la majeure partie des champignons isolables. D'autre

part la méthode semble bien adaptée à l'expérience qualitative, dont le but est de faire ressortir le maximum d'espèces. Nous avons montré l'augmentation de l'activité saisonnière en fonction des conditions météorologiques. Il nous a été impossible de mettre nettement en évidence une action dépressive sur la mycoflore après traitement, et les isolements de l'agent parasite dans les ensemencements sont en accord avec les observations effectuées sur le terrain. A ce propos, nous avons obtenu deux souches différentes dont le comportement et l'aspect morphologique nous laissent à penser qu'il pourrait s'agir de deux espèces différentes proches ; en effet, l'une d'elles s'avère très virulente en infections artificielles, contrairement à la seconde ; nous en réaliserons si possible une étude plus complète.

II. — PRÉLÈVEMENTS ET MÉTHODES

A. — CARACTÉRISTIQUES DU TERRAIN.

1^o Organisation des essais

Deux séries d'essais ont été réalisées avec les produits commerciaux suivants, aux doses indiquées :

- *Pentachloronitrobenzène* (30 p. 100 de M. A.) 6 g/kg de Cayeux.
- *Silicate de méthoxyéthylmercure* (à 1,5 p. 100 de Hg) 6 g/kg de cayeux.
- *Thirame* (80 p. 100 de M. A.) 4 g/kg de Cayeux.
- *1 oxyde-2-pyridine-thione* (sel de Mn) (50 p. 100 de M. A.) 3 g/kg de Cayeux.

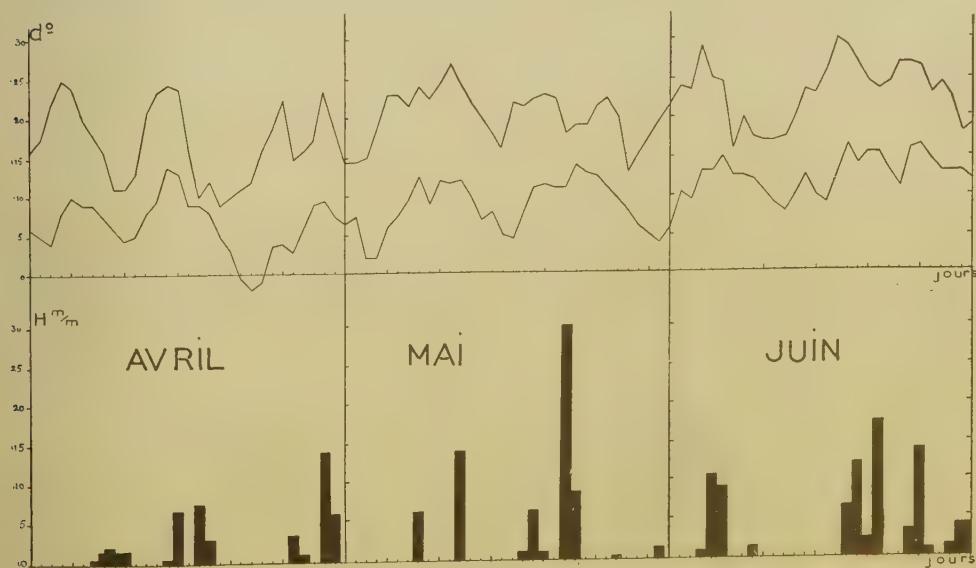


FIG. 1. — Relevés météorologiques à la Station de Marmilhat.

— *N. trichlorométhylthiophthalimide* (50 p. 100 de M. A.) 3 g/kg de Cayeux.

— *Oxinate de Cuivre* (15 p. 100 de M. A.) 5 g/kg de Cayeux.

La méthode du carré latin a été utilisée avec 4 répétitions par produit et 4 parcelles témoins, la plantation a été faite le 13 mars, 1 kg de cayeux étant traité pour chaque produit, par trempage ; les produits incorporés à 250 cm³ d'eau ont été employés aux doses ci-dessus.

L'infection artificielle du sol a été effectuée avec de l'inoculum de *SCLEROTIUM cepivorum* BERK, fourni par le Centre National de Recherche Agronomique de la GRANDE-FERRADE, à raison de 30 g au m², répandu dans les rayons, après plantation, avant de refermer les sillons. Les parcelles sont des carrés de 2,50 m de côté.

2^o Le Sol.

Il s'agit d'un sol et sous-sol argilo-calcaire, bien fournis en matière organique, riches en acide phosphorique et potasse assimilable, et ayant une bonne capacité de rétention pour l'eau.

3^o Caractéristiques agronomiques.

Sur les deux blocs d'essais, les précédents culturaux ont été les suivants :

1956 = blé d'automne avec semis de luzerne.

1957 = jachère.

1958 = pommes de terre.

Quant aux fumures, en 1958, fut apporté un engrais composé 10.10.20 à raison de 300 kg à l'hectare et en 1959 : 100 kg à l'hectare d'ammonitrate 20 p. 100, 500 kg à l'hectare de super 16 p. 100 et 200 kg à l'hectare de sulfate de potasse 48 p. 100.

Avant la plantation, les façons culturales réalisées sont :

— en janvier = un labour d'hiver.

— en février = un scarifiage.

— en mars = un passage de fraise rotative.

On constate que les parcelles ont reçu une bonne fumure et une préparation efficace. Ces quelques renseignements d'ordre agronomique peuvent être complétés par les données météorologiques suivantes :

4^o Observations météorologiques (fig. 1)

Elles sont résumées dans les graphiques de la figure 1 ; on constatera que la température est en constante hausse au cours des trois mois, mais aussi que la quantité d'eau tombée croît de la même façon du mois d'avril au mois de juin. Il y a une corrélation entre les observations sur le terrain.

concernant le développement du parasite, nos observations au laboratoire sur la population fongique et la situation climatique : température élevée et humidité élevée. L'année, semble-t-il, fut propice à l'extension de

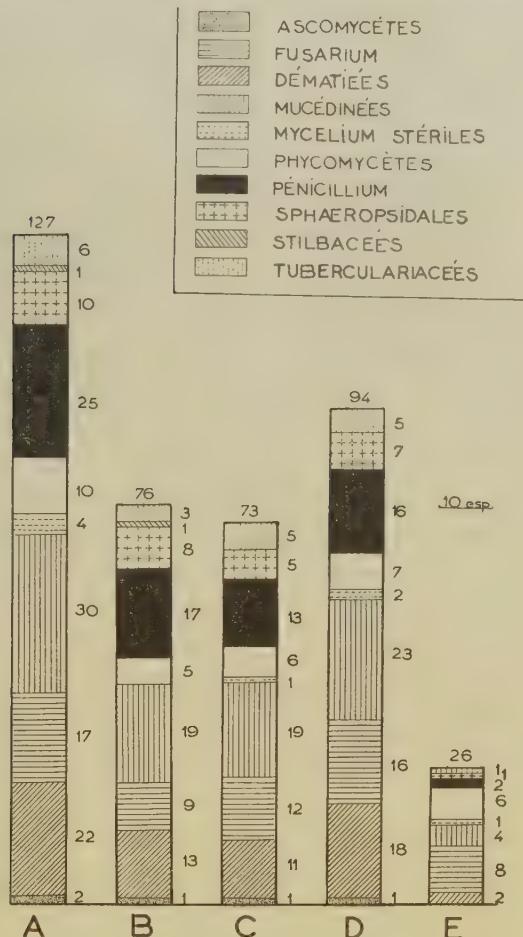


FIG. 2. — Répartition de la Mycoflore dans :

- A. — L'ensemble de l'expérimentation.
- B. — Les terres seules.
- C. — Les terres tombées des racines.
- D. — Le lavage des racines.
- E. — Les racines ensemencées directement.

l'infection, les conditions météorologiques la favorisant, de même qu'elles favorisaient les champignons du sol, dont le nombre de colonies isolées est en augmentation constante d'avril à juin.

B. — LES PRÉLÈVEMENTS.

Ils sont pratiqués aux dates qui suivent :

- 1^{er} Prélèvement : 12 mars 1959.
- 2^e Prélèvement : 13 avril 1959.
- 3^e Prélèvement : 20 mai 1959.
- 4^e Prélèvement : 18 juin 1959.

Les ensemencements sont terminés dans les deux jours qui suivent chacun de ces prélèvements.

En ce qui concerne le premier, nous l'avons réalisé sur un terrain travaillé stabilisé, un jour avant la plantation, donc non infecté artificiellement. L'humidité de la terre est élevée et atteint 25 p. 100. Le but de ce premier essai est la détermination de la microflore de base de la parcelle ; le prélèvement est fait verticalement avec un tube stérile après élimination de la couche superficielle jusqu'à 1 cm, au scalpel flambé. Un échantillonnage est effectué sur les quatre demi-blocs, étudiés séparément, mais groupés par la suite en une microflore fongique totale.

Les trois prélèvements suivants portent sur des cayeux d'Ail. Pour le second, il a fallu attendre que les racines soient formées et que la plante soit installée, donc au moins trois semaines après la plantation. Voici le procédé que nous employons : à l'aide d'un outil (ici un coupe-asperge) nous découpions la terre autour de la plante, assez profondément, mais assez loin d'elle. Dans le cas présent, elle se déchausse facilement ; on introduit ensuite la partie racinaire dans un tube stérile de grand diamètre, après avoir éliminé la plus grande partie de la motte de terre qui entoure l'ensemble de la racine. Il est à remarquer que les dangers de pollution à l'air libre en plein champ sont négligeables. Un échantillonnage est réalisé en prélevant quatre plantes pour chaque produit et pour le témoin. Toutefois, nous n'avons pas expérimenté sur tous les produits testés ; des problèmes matériels se posant, notre attention s'est portée sur le thirame, oxinate de cuivre, pyridine-thione et composé phtalimidine.

Le prélèvement du 13 avril vient après de faibles pluies et dans une période de minima de température qui suit une période de maxima. Celui du 20 mai est réalisé un jour de pluie, les températures étant alors assez élevées et dépassant 20° pour les maxima, 10° pour les minima. Quant au dernier d'entre eux, il est fait aussi un jour de pluie, suivant une période humide courte, mais à précipitations marquées ; les températures sont supérieures légèrement à celles du troisième prélèvement. En résumé, pendant les mois d'avril-mai-juin, les conditions météorologiques, par une humidité inhabituelle et une forte température, ont grandement favorisé le développement de l'infection par le *SCLEROTIUM cepivorum*, comme le montrent les résultats obtenus par comptage en végétation à la Station. Cette influence se retrouve, comme nous le verrons, sur la population fongique du sol.

C. — LES MÉTHODES D'ÉTUDE.

Deux méthodes principales classiques ont été utilisées dans cette expérimentation : méthode par dilution et méthode par lavage. Quelques

autres ont été essayées, mais trop difficiles d'emploi ou trop peu pratiques ont été délaissées.

Dans la rhizosphère, nous distinguons : les terres tombées des racines, les terres au contact des racines récupérées par plusieurs lavages et l'ensemencement direct de fragments racinaires.

1^o Méthode par dilution de terre.

Cette méthode classique et parfaitement connue est prise pour l'étude des terres du premier prélèvement et, dans les autres prélèvements, pour l'étude de la terre tombée des racines. Le sol, homogénéisé, est d'abord amené à la « dilution » au 1/10 par addition d'eau stérile à un poids connu de sol humide, une correction étant effectuée pour tenir compte de cette humidité, ce qui nous permet de rapporter le nombre de germes reconnus à un poids de terre sèche. En fait, il ne s'agit pas d'une dilution ni en volume ni en poids, mais simplement d'une suspension de 1 gramme de sol dans 10 cc d'eau stérile, réalisée à l'agitateur mécanique pendant 5 minutes. La dilution au 1/10 nous permet d'obtenir les suivantes facilement et celle au 1/5000 a été reconnue comme convenable pour les pointages, le milieu employé est le Malt Agar normal, ensemencement avec répétitions de 5 boîtes. Pour le comptage des colonies et la détermination du nombre de germes pour 1 gramme, nous utilisons la méthode précédemment mise au point dans les expérimentations sur les parcelles Dehérain à GRIGNON par J. GUILLEMAT et J. MONTEGUT.

2^o Méthode par lavages des racines

La méthode par lavages pour l'étude de la rhizosphère a été déjà employée par divers expérimentateurs dont CHESTERS, J. L. HARLEY et J. S. WAID ; ces auteurs déterminent qu'à partir du 20^e lavage, le nombre de champignons restant est faible et constant. Toutefois, le but de leurs essais est radicalement différent du nôtre ; nous n'avons pas poussé si loin nos lavages, nous contentant de trois seulement. Le mode opératoire est le suivant : les racines sont débarrassées du gros de la terre adhérente par secouage manuel ou au scalpel stérile ; cette terre constitue la partie dite « tombée des racines », et reste dans le fond du tube de prélèvement.

Il subsiste au contact de chaque racine des particules plus ou moins importantes, qui forment une gaine. Ces particules sont à récolter pour réaliser un ensemencement convenable, et cette méthode par lavages successifs semble bonne, quoique laissant prise à quelques critiques.

Les racines sont prélevées avec une pince stérile et plongées dans un ballon à large col contenant 1 litre d'eau stérile ; leur nombre impor-

tant réalise un échantillonnage correct. On agite manuellement pendant deux minutes. Au bout de ce laps de temps les racines sont retirées et disposées dans un nouveau ballon où le 2^e lavage se réalise, puis un 3^e lavage identique est pratiqué, au terme duquel les échantillons sont transférés dans une boîte de Pétri, tronçonnés (3 à 5 mm) et ensemencés directement sur Malt. Le problème est d'évaluer la dilution réalisée par le lavage. S'il est possible de déterminer le poids de terre récupéré lors du premier lavage par une pesée comparative, par contre cela devient impossible au 2^e et 3^e lavage, car le poids de terre est alors extrêmement faible ; nous en sommes donc réduits à prendre comme point de comparaison la quantité d'eau de lavage initiale, soit ici un litre. Nous opérons par tâtonnement en réalisant diverses dilutions à partir des eaux de lavages, les comptages s'effectuant sur la plus lisible. L'erreur que nous pouvons commettre sur le poids de terre dans chacun des cas comparés, est grandement réduite par l'important échantillonnage que nous avons fait. Toutefois, quantitativement, la méthode n'est pas totalement rigoureuse. Nous verrons qu'elle est intéressante qualitativement. Des répétitions par séries de cinq boîtes ont été constituées, résultats du coulage d'un Erlenmeyer à 110 cc de milieu stérile, contaminé par la dilution adéquate juste au moment de la confection des boîtes.

3^o Méthodes accessoires

Dans le but uniquement d'effectuer l'isolement d'espèces présentes dans le sol, mais ne sortant pas dans les dilutions, nous avons essayé la méthode par ensemencement direct de WARCUP (« Soil plates ») et une méthode en milieu liquide (extrait de sol) en présence de pièges (feuilles de paturin stériles), les deux méthodes fournissent des résultats qui complètent ceux obtenus par la méthode des dilutions, toutefois, il y a beaucoup de difficultés à effectuer des isolements par suite du mélange intime des diverses espèces.

En milieu liquide nous avons reconnu : *PYTHIUM spinosum*, *ACTINOMUCOR repens*, *MUCOR plumbeus*, divers *FUSARIUM* et *PYTHIUM, CYLINDROCARPON radicicola*, un *SAPROLEGNIA*(?), un *MYXOMYCETE* sg.

Pour palier les déboires dus à la prolifération des bactéries, gênant considérablement les comptages et les isolements, les milieux utilisés ont été acidifiés à l'acide citrique en solution à 1 p. 100, à raison de 3 cc de cette solution pour un Erlenmeyer de milieu ; le pH est ainsi amené à 4,5-4,7. L'acide citrique est à incorporer avant coulage et non avant autoclavage des milieux, car il empêche dans ce dernier cas la prise en masse au moment du coulage.

4^o Conclusions sur les méthodes employées

En effectuant le total des espèces qui ont été isolées par les méthodes principales, nous obtenons les résultats suivants :

Méthode des dilutions 1 ^{er} prélèvement du 12 mars	Méthode des dilutions Trois prélèv. suivants groupés	Méthode des lavages successifs Trois prélèvements groupés
76 espèces différentes	73 espèces différentes	94 espèces différentes

Soit un gain de 21 espèces en comparant seulement les résultats concernant les trois prélèvements rhizosphères, traités d'une part par la méthode des dilutions pour la terre tombée des racines, d'autre part par lavage pour la gaine de terre attenant aux racines. A notre avis, la méthode par lavages successifs est bien adaptée qualitativement aux traitements d'une rhizosphère. Signalons que l'ensemencement direct

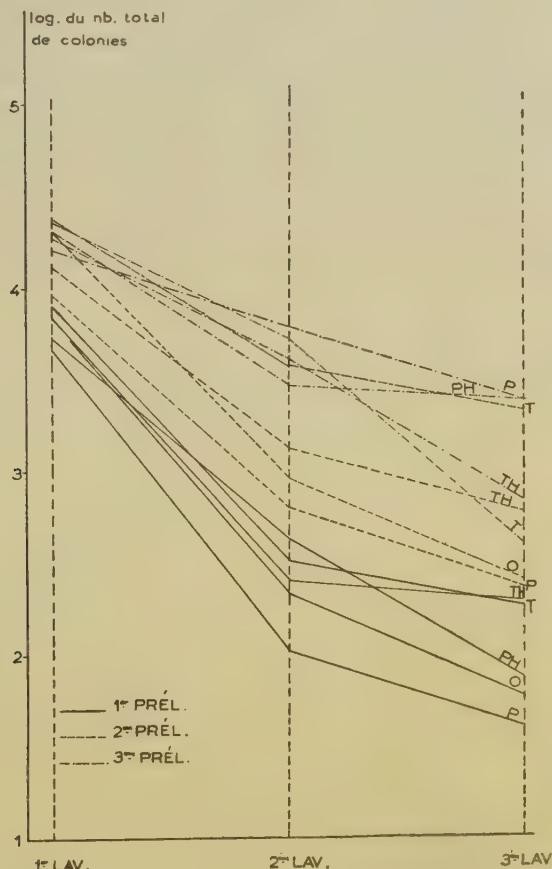


FIG. 3 — Diminution de la Mycoflore totale en fonction des lavages :

- T = Témoin.
- P = Pyridinethione.
- PH = Phtalimide.
- TH = Thirame.
- O = Oxinate de cuivre.

des racines a donné 26 espèces, l'ensemble de l'essai comportant 127 espèces différentes (fig. 2).

Si nous observons maintenant le nombre des colonies en fonction des lavages, nous constatons une chute importante lorsqu'on passe du 1^{er} au 2^e lavage, puis l'écart diminue considérablement dès le 3^e lavage. Dans une expérience que nous avons tentée, l'écart est encore plus réduit au 4^e lavage. Nous tendons certainement vers une limite, comme l'observent HARLEY et WAID ; ces observations sont consignées dans le tableau I et sur la figure 3.

Par contre, si l'on veut étudier l'évolution du nombre des espèces avec les lavages, les résultats sont beaucoup moins spectaculaires ; on peut seulement constater que ce nombre est toujours plus élevé dans le 1^{er} lavage ; il décroît ensuite mais d'une manière non régulière, le total des espèces isolées au 3^e lavage étant quelquefois supérieur à celui du 2^e lavage. Dans le tableau I lors du 2^e prélèvement rhizosphérique et au 1^{er} lavage, pour le composé phtalimidique, on peut constater un chiffre élevé pour le total des colonies : 62.000. Ce chiffre est le résultat de la pullulation du *PENICILLIUM corymbiferum*. Il est vraisemblable que nous avons récolté ce champignon abondamment fructifié dans le sol, sur une racine morte, ou sur un débris organique. Nous sommes obligés pour les figures 3, 4 et 5 d'utiliser une échelle logarithmique en raison des variations très grandes du nombre total des colonies évalué soit en fonction des lavages, soit en fonction des prélèvements.

TABLEAU I

Évolution du nombre total de colonies pour 5 cc d'inoculum initial en fonction des lavages.

Parcelles	1 ^{er} Prélèvement sur la Rhizosphère			2 ^e Prélèvement sur la Rhizosphère			3 ^e Prélèvement sur la Rhizosphère		
	1 ^{er} lavage	2 ^e lavage	3 ^e lavage	1 ^{er} lavage	2 ^e lavage	3 ^e lavage	1 ^{er} lavage	2 ^e lavage	3 ^e lavage
Témoin	7 900	325	184	24 000	3 840	2 144	23 500	4 860	400
Thirame	7 200	255	194	13 300	1 330	563	19 000	4 000	700
Oxinate de cuivre ...	6 900	220	58	21 000	880	255	6 900	900	940
Pyridinethione	4 600	105	40	9 000	615	234	15 900	5 900	2 450
Phtalimide	5 000	435	77	62 000	5 330	illisible	21 000	2 950	2 300

III. — ÉTUDE DE LA MYCOFLORE

A. — MYCOFLORE TOTALE DU SOL.

Si nous réunissons l'ensemble des espèces différentes isolées soit dans la terre proprement dite (prélèvement du 1^{er} mars avant plantation), soit dans la terre tombée des racines, soit dans la rhizosphère, le sol

TABLEAU II

Inventaire de la myco flore du sol étudié.

(II, III, IV représentent les 3 prélèvements effectués sur la Rhizosphère les 13 avril, 20 mai et 18 juin 1959).

TABLEAU II (*suite*)

Espèces	Souche	Terres	Terres tombées des racines	Racines (lavages)	Racines (ensemence- ment direct)
MUCEDINÉES					
<i>Aspergillus wentii</i> WEHNER	MO 100	+	+++	+++	
— <i>ustus</i> BAINIER	MO 102	+		+	
— <i>sclerotiorum</i> HUBER	MO 110	+	+	+	
— <i>versicolor</i> TIR.	MO 120		+	++	
— <i>caespitosus</i> RAP. et THOM	MO 122			++	
— <i>fumigatus</i> OUDE MANS	MO 128	+	++		+
<i>Gliocladium</i> sp.....	MO 104	+		+	
— <i>catenulatum</i> GILL et ABB.	MO 112	+	++	++	
— <i>roseum</i> THOM	MO 101	+	++	++	
— <i>fimbriatum</i> GILL. et ABB.	MO 126			++	
— <i>salmonicolor</i> RAILLO	MO 134		+	++	+
<i>Trichoderma lignorum</i> HARZ.	MO 109	+	+	++	
<i>Acrostalagmus cinnabarinus</i> COR- DA	MO 111	+			
<i>Sporotrichum pruinosum</i> GILL. et ABB.	MO 130			+	
<i>Spicaria violacea</i> ABB.	MO 133		+	+	
<i>Cephalosporiopsis imperfecta</i> MO- REAU	MO 105	+	++	++	
<i>Cephalosporium curtipes</i> (?) SACC. — <i>corenioides</i> (?)	MO 127		++	++	+
— <i>RAILLO</i>	MO 129		+		
— sp.	MO 106	+	++		
— sp.	MO 117	+			
<i>Beauveria</i> sp.....	MO 107	+			
<i>Gliobotrys</i> sp.....	MO 108	+	++	+	
<i>Acremonium</i> sp.....	MO 114	+			
— sp.	MO 115	+	++	++	+
<i>Monosporium</i> sp.....	MO 116	+		++	
<i>Ctenomyces</i> sp.....	MO 123		+		
<i>Coniodictyon</i> (?) sp.....	MO 131			+	
<i>Verticillium albo-atrum</i>	MO 136	+	++		
<i>Mucedinée</i> sp.....	MO 119			+	
— sp.	MO 125	+			
MYCELIUM STERILES					
<i>Papulaspora</i> sp.....	MY 100		+		
<i>Sclerotium cepivorum</i> BERK.	MY 101			+	++
<i>Papulaspora</i> sp. ?	MY 102 MY 104			+	
PHYCOMYCÈTES					
<i>Absidia orchidis</i> HAGEM	PH 101	+	++	+	
<i>Rhizopus nigricans</i> EHR.	PH 102	+	++	+	+
<i>Mucor adventitius</i> OUD., var. <i>au- rantiaca</i>	PH 103	+	++	++	++
<i>Mucor plumbeus</i> BONORDEN....	PH 107	+	++	+	++
— <i>racemosus</i> FRES.	PH 110				+
<i>Mortierella alpina</i> var. <i>renispora</i> , PIN.....	PH 108	+	+	++	+
<i>Pythium</i> sp.....	PH 105			+	
—	PH 109	+	+	++	
<i>Phycomycète</i> sp.....	PH 111 PH 112		+		+

TABLEAU II (suite)

Espèces	Souche	Terres	Terres tombées des racines	Racines (lavages)	Racines (ensemement direct)
PENICILLIUM					
<i>Penicillium canescens</i> SOPP.					
souche 1	PN 100	+	+++	+++	++
souche 2	PN 101	+			
<i>puberulum</i> BAINIER	PN 102	+			
<i>urticae</i> BAINIER	PN 103	+	++		
<i>tardum</i> THOM	PN 104	+		++	
<i>nigricans</i> THOM	PN 105	+			
<i>cyclopium</i> WESTL.	PN 106	+	+	++	
<i>brevi-compactum</i>	DIERCK.	PN 107	+		
<i>raistrickii</i> SMITH	PN 108	+	+		+
<i>ochro-chloron</i>					
BIOURGE	PN 109	+	+	+	
sp. série <i>cyclopium</i>	PN 110	+			
<i>piscarium</i> WESTL.	PN 111	+	+		+
<i>rugulosum</i> THOM	PN 112	+			
<i>expansum</i> LINK	PN 113	+	+	+	
sp. série <i>chrysogenum</i>	PN 114	+		+	
<i>charlesii</i> SMITH	PN 115			+	
<i>variabile</i> SOPP.	PN 116			++	
<i>corymbiferum</i> WESTL.	PN 117		++	++	
<i>viridicatum</i> WESTL.	PN 118			++	
<i>mickelnkii</i> ZAL.	PN 119		+		
<i>palitans</i> WESTL.	PN 121		+		
<i>stoloniferum</i> THOM	PN 122		++	++	
<i>lilacinum</i>		+	+	+	
sp.	PN 123	+		+	
sp.	PN 124		+		
SPHAEROPSIDALES					
<i>Sphaeronema</i> sp.	SP 100	+	+++	+++	
—	SP 103	+			
—	SP 110	+		+	
<i>Phoma</i> sp.	SP 102	+	++	++	
— sp.	SP 106	+			
— sp.	SP 109	+			+
<i>Coniothyrium</i> sp.	SP 111		+	++	
<i>Pyrenophaeta</i> sp.	SP 105	+		++	
<i>Septoria</i> (?)	SP 107	+	+	+	
<i>Stagonospora</i> sp.	SP 112		+		
STILBACÉES					
<i>Stysanus</i> sp.	ST 101	+			
TUBERCULARIACÉES					
<i>Volutella</i> sp.	TU 100	+	++	++	++
<i>Cylindrocarpon radicicola</i> WOLL.	TU 102	+	++	++	
— <i>magnusianum</i>	WOLL.	TU 106			+
— sp.	TU 105		+		
<i>Myrothecium</i> sp.	TU 103	+	++	++	
—	TU 104		++	++	
TOTAL		127	76	33 42 38 73 espèces différentes	58 41 47 94 espèces différentes
					5 9 20 26 espèces différentes

étudié nous a livré 127 espèces appartenant à tous les groupes ; un grand nombre d'entre elles a pu être caractérisé avec certitude, on trouvera le bilan de cette microflore fongique dans le tableau II et dans la figure 2.

B. — ÉTUDE DÉTAILLÉE DE LA MYCOFLORE.

1^o Répartition des espèces.

Le tableau II appelle quelques remarques sur la répartition des espèces.

a) *Espèces isolées de la terre* (12 mars) et dans au moins deux prélevements Rhizosphères (terres tombées et lavages) soit : 5 présences et plus :

Cladosporium herbarum LINK.

Papularia sphaerosperma HOHN souche rouge.

Fusarium oxysporum souche 1.

— *camptoceras* (?) W. R. et R. G.

— *avenaceum* SACC.

— *solani* A. P. P. et W. R. var. *minus*.

— *lateritium* W. R.

Aspergillus wentii WEHNER.

Gliocladium roseum THOM.

Cephalosporiopsis imperfecta MOREAU

Acremonium sp.

Rhizopus nigricans EHR.

Mucor adventitius OUD. var. *aurantiaca*

Mortierella alpina var. *renispora* PIN.

Penicillium canescens SPP.

Sphaeronema sp. SP 100.

Phoma sp SP 102.

Volutella sp TU 100.

Cylindrocarpon radicicola WOLL.

b) *Espèces moins fréquentes*, représentées par au moins trois pointages de présence dans l'ensemble des prélevements.

Hormodendron sp DM 100.

Botryotrichum piluliferum SACC. et MARCH.

Periconia hispidula MASON ELLIS.

Nigrospora sp. DM 120.

Stachybotrys atra CORDA.

Curvularia sp. DM 114.

Fusarium scirpi var. *acuminatum* L. et F.
 — *orthoceras* APP. WR.
 — *sambucinum* var. *minus* FUCK.
Aspergillus sclerotiorum HUBER.
 — *versicolor* TIR.
 — *fumigatus* OUDEMANS.
Gliocladium catenulatum GILL. et ABB.
Trichoderma lignorum HARZ.
Cephalosporium sp. MO 106.
Gliobotrys sp. MO 108.
Monosporium sp. MO 116.
Verticillium albo-atrum R. et B.
Absidia orchidis HAGEM.
Pythium sp. PH 109.
Penicillium urticae BAINIER.
 — *tardum* THOM.
 — *cyclopium* WESTL.
 — *brevi-compactum* DIERCK.
 — *ochro-chloron* BIOURGA.
 — *piscarium* WESTL.
 — *expansum* LINK.
 — *corymbiferum* WESTL.
 — *stoloniferum* THOM.
Coniothyrium sp. SP 111.
Septoria (I) sp. SP 107.
Myrothecium sp. TU 103.
 — sp. TU 104.

c) *Espèces rares isolées une seule fois :*

— de la terre (12 mars).
Sordaria fimicola CES. et DE NOT.
Thielaviopsis sp.
Monotospora DM 102 et DM 107.
Stemphylium ilicis TENG.
Acrostalagmus cinnabarinus CORDA.
Cephalosporium MO 117.
Mucedinee sg. MO 125.
Penicillium puberulum BAINIER.
 — *nigricans* THOM
 — *raistrickii* SMITH.
 — sp. série *cyclopium* PN 110.
Sphaeronema sp. SP 102.

Phoma sp. SP 106.

Stysanus sp. ST 101.

— de la terre tombée des racines :

Gliocladium salmonicolor RAILLO.

Cephalosporium coremioides RAILLO.

Ctenomyces sp MO 123.

Papulaspora sp. MY 100.

Phycomycète sp. PH 112.

Penicillium miczinskii ZAL.

— sp. PN 124.

Stagonospora sp SP 112.

Cylindrocarpon sp. TU 105.

— des lavages :

Margarinonyces heteromorpha (?) MANGENOT.

Alternaria sp.

Nigrospora (?) sp DM 122.

Dendryphion interseminatum DM 123.

Fusarium equiseti souche 2.

Sporotrichum pruinatum GILL. et ABB.

Coniodyctium sp (?) MO 131

Mucédinée sp MO 119.

Mycelium sterile MY 104.

Mucor plumbeus BONORDEN.

Penicillium charlesii SMITH.

— *viridicatum* WESTL.

Cylindrocarpon magnusianum WOLL.

— de racines :

Fusarium equiseti var. *bullatum* WR.

Mucor racemosus FRES.

soit donc :

a) 19 espèces dont la fréquence de présence est supérieure à 5 pourcentages.

b) 33 espèces dont la fréquence de présence est comprise entre 3 et 5 pointages.

c) 38 espèces dont la fréquence de présence est égale à 1 pointage.

2^o Étude quantitative de la microflore fongique.

Pour déterminer une microflore fongique de base, c'est-à-dire l'ensemble des espèces qui occupent une place prépondérante dans le sol, il est nécessaire d'adoindre à la notion de fréquence de présence la

notion de nombre de colonies qui résulte de nos comptages répétés. En effet, si la *liste a* des espèces les plus fréquemment présentes, donnée plus haut, peut constituer l'inventaire de la microflore de base du sol étudié, par l'introduction du nombre des colonies isolées, certaines de ces espèces, représentées par un nombre faible, risquent de disparaître de cette liste et d'être remplacées par des espèces de la *liste b*, dont la fréquence de présence est moins élevée, mais qui s'avèreraient tout de même plus importantes dans le sol. Evidemment, nous rencontrons l'écueil des champignons sporulant dans le sol, qui sont favorisés par la méthode des dilutions (*PENICILLIUM*, *ASPERGILLUS*, *FUSARIUM*, etc.). Donc, il y aura disproportion entre l'importance réelle occupée dans le sol par eux, et celle qu'ils prennent dans nos boîtes. Nous sommes conscients de l'imperfection de nos méthodes, mais le problème reste actuellement insoluble, aucune méthode n'étant pleinement satisfaisante pour explorer la mycoflore du sol et donner un reflet exact de la place tenue par chacune des espèces. Nous continuerons ici à appliquer la méthode classique, prenant en considération seulement les résultats obtenus par les dilutions de terres et de terres tombées des racines.

En effet, si les chiffres obtenus pour les rhizosphères sont comparables entre eux, on ne peut les rapporter à un poids connu de terre et, de ce fait, on ne peut les rapprocher des chiffres donnés pour les dilutions.

3^o Mycoflore de base.

Du dépouillement de nos fiches de comptage, que nous ne reproduirons pas ici nous déduisons la microflore de base suivante :

Penicillium canescens Sopp. souche I et II.

— *corymbiferum* Westl.

Sphaeronema sp sp 100.

Cephalosporiopsis imperfecta Moreau.

Mucor adventitius OUD. var. *aurantiaca*.

Fusarium oxysporum Schl. souche I.

Aspergillus wentii Wenher.

Acremonium sp MO 115.

Volutella sp TU 100.

Fusarium solani APP. Wr. var. *minus*.

Aspergillus fumigatus Oudemans.

Gliocladium roseum Thom.

Papularia sphaerosperma souche rouge.

Fusarium avenaceum Sacc.

Septoria (?) sp 107.

Mortierella alpina var. *renispora* Pin.

Fusarium scirpi Lam. et Fautr. var. *acuminatum*.

Tous ces champignons dépassent 3 000 colonies pour quatre grammes de terre sèche. Nous constatons que sur cette liste de 17 espèces, 13 d'entre elles figurent dans la *liste a* dont la fréquence de présence est la plus élevée (plus de 5 présences). Les quatre espèces n'y figurant pas proviennent de la *liste b* dont la fréquence de présence est comprise entre 3 et 5, ce qui confirme l'hypothèse que nous formulions plus haut.

Il est intéressant de comparer la liste des espèces ainsi obtenues avec les résultats qui ont été publiés pour les parcelles Dehérain du Champ d'Expérimentation Agronomique de l'École Nationale d'Agriculture de GRIGNON, dont la microflore de base est la suivante :

Penicillium lilacinum.

- * — *canescens.*
- *sp. PN 21 bis*
- * *Cephalosporiopsis imperfecta.*
- Verticillium sp. MO 7.*
- Pyrenophaeta sp. SP 20*
- Gliomastix convoluta*
- Fusarium bulbigenum.*
- * — *solani.*
- Gloeosporium sp. ML. 3*
- * *Mortierella renispora.*

Là aussi, trois espèces de *PENICILLIUM* viennent en tête. 4 espèces, marquées d'un astérisque, sont communes aux deux sols. Il semblerait important de déterminer dans les essais à venir, par la même méthode, une microflore de base qui permettrait de comparer les divers sols entre eux. Son établissement provoquerait sans doute des constatations d'ordre écologique intéressantes.

4^o Pourcentages relatifs.

L'étude des pourcentages relatifs permet de donner les groupes dominants dans chacun des cas envisagés, dans l'ordre :

Terres	Terres tombées	Lavages des racines	Racines ensemencées
Mucédinées	Mucédinées	Mucédinées	Fusarium
Penicillium	Penicillium	Dematiées	Phycomycètes
Dématiées	Dématiées	Penicillium	Mucédinées
Fusarium	Fusarium	Fusarium	

Par le nombre élevé de leurs représentants, nous avons pris l'habitude de séparer les *PENICILLIUM* des *MUCÉDINÉES* et les *FUSARIUM* des *TUBÉRULARIACÉES*.

D'ores et déjà, nous devons noter la grande importance des *FUSARIUM* à l'ensemencement direct des racines, qui sera confirmée dans la suite de l'étude et qui constitue, à notre avis, l'un des points les plus intéressants de l'expérimentation ; le nombre de colonies des *PHYCOMYCÉTES* est très inférieur à celui des *FUSARIUM* dans cet ensemencement direct.

5^o Étude succincte des divers groupes dans la mycoflore totale.

Au cours de cette expérimentation, nous avons fait apparaître **127 espèces** de champignons qui appartiennent, comme nous l'avons vu, à tous les groupes systématiques habituels du sol (exception faite des champignons à tendance aquatique : *CHYTRIDIALES* et autres), certaines d'entre elles semblent intéressantes et feront l'objet si possible d'une étude ultérieure ; on pourra aussi comparer utilement nos résultats avec ceux donnés par J. GUILLEMAT et J. MONTEGUT sur les parcelles DEHERAIN à GRIGNON.

Dans les lignes qui suivent nous résumons les observations, faites en consultant le tableau général de la mycoflore isolée (tableau II) et le tableau III donnant le comportement des divers groupes systématiques dans les terres et terres tombées des racines.

ASCOMYCÈTES. — Ils ne sont représentés que par deux espèces, soit 2 p. 100 des espèces pour la terre, mais beaucoup moins de 1 p. 100 en ce qui concerne le nombre de colonies, toutes deux ont été déjà trouvées dans le sol, surtout *SORDARIA fimicola* dont la présence est liée d'habitude à la fumure organique.

DÉMATIÉES. — Comprenant **22 espèces** en tout, 17 espèces dans la terre soit **6,8 p. 100 des colonies isolées dans les terres**, donc faible pourcentage comparativement au nombre d'espèces. Certaines sont communes : *CLADOSPORIUM herbarum*, *PAPULARIA sphaerosperma*, *GLIOMASTIX convoluta*, *BOTRYOTRYCHUM piluliferum*, *ALTERNARIA tenuis*, *STEMPHYLIUM ilicis*, *STACHYBOTRYS atra et alternans*, *PERICONIA hispidula*. Un *CURVULARIA* nous est apparu couramment, mais non déterminé exactement ; il en est de même de plusieurs espèces de *NIGROSPORA*, *MONOTOSPORA* et *ALTERNARIA*. Enfin, deux champignons que nous n'avions encore jamais isolés du sol ont été approchés, mais nécessiteront un complément d'information, *MARGARINOMYCES heteromorpha*, *DENDRYPHION interseminatum*.

FUSARIUM. — Ce sont des représentants constants dans les terres. Nous avons ici **17 espèces** au total, 14 dans les terres, soit **11,5 p. 100 des colonies isolées**. Nous y trouvons les espèces habituelles : *oxysporum*

particulièrement important dans notre cas et dont nous avons différencié plusieurs souches, les *scirpi* et *equiseti*, *avenaceum*, les *solani*, l'une des variétés, sans doute *minus*, étant commune, le *lateritium* et plusieurs autres espèces dont l'une n'a pu être déterminée ni approchée. Soulignons leur grande fréquence par la méthode des lavages des racines et leur présence contrôlée à chaque instant sur les racines ensemencées directement sur gélose.

MUCÉDINÉES. — (sauf *PENICILLIUM*) **30 MUCEDINEES** sont dénombrées, dont 25 dans les terres représentant **17,5 p. 100 du nombre des colonies**. La moitié est représentée par des *ASPERGILLUS* (6 espèces des *GLIOCLADIUM* (5 espèces) et des *CEPHALOSPORIUM* (4 espèces) dont certains sont signalés communément dans le sol, comme *GLIOCLADIUM roseum* et *catenulatum*, *ASPERGILLUS wentii*, *fumigatus*, *ustus* et *versicolor*. Parmi les *CEPHALOSPORIUM*, deux ont été approchés : *C. curtipes* et *Coremioïdes*. Nous devons nommer quelques espèces déjà abondamment repérées dans d'autres sols : *TRICHODERMA lignorum*, *ACROSTALAGMUS cinnabarinus*, *SPICARIA violacea*, *CEPHALOSPORIOPSIS imperfecta*. Parmi les autres genres, un *ACREMONIUM* s'est manifesté souvent de même qu'un *MONOSPORIUM*. Remarquons l'abondance du *VERTICILLIUM albo-atrum*, qui pourrait être due au précédent cultural, la pomme de terre. D'autre part, nous avons remarqué, un *GLIOBOTRYS*, déjà trouvé aux parcelles Deherain, que nous avons isolé aussi de sols de Bretagne et qui pourrait constituer un élément caractéristique du sol.

Enfin, certains champignons nous semblent intéressants et leur étude sera entreprise ultérieurement : *SPOROTRICHUM pruinosum*, un *CONIODYCTIUM* (?), le *GLIOBOTRYS* signalé plus haut, un *CTENOMYCES* ; deux *MUCEDINEES* n'ont pas été déterminées.

MYCELIUM STÉRILES. — **4 espèces**, une seule dans la terre, avec moins de **1 p. 100 du nombre de colonies**. Le *SCLEROTIUM cepivorum* s'est manifesté au contact des racines ensemencées directement. L'un des *PAPULASPORA* a déjà été pointé sur les parcelles DEHERAIN.

PHYCOMYCÈTES. — **10 espèces** isolées, dont 6 sont présentes dans la terre soit **6,5 p. 100 du nombre des colonies**, toutes les espèces sont communes dans le sol. Nous n'avons pas pu caractériser les divers *PYTHIUM*. Un Phycomycète n'est pas déterminé.

PENICILLIUM. — **25 espèces** dans l'ensemble de la mycoflore, dont 21 se trouvent dans les terres, soit **44,3 p. 100 des colonies isolées**. A notre avis, l'importance de cette catégorie de champignons est anormalement gonflée par la méthode des dilutions, comme nous le soulignions à propos

des méthodes. Toutefois, on ne peut que constater leur présence constante dans les sols, ceci pour un très grand nombre d'espèces. La plupart de celles que nous avons rencontrées sont déjà signalées dans diverses études sur la mycoflore. Rappelons que deux *PENICILLIUM* viennent en tête dans nos isolements : *PENICILLIUM canescens* et *corymbiferum*. *PENICILLIUM lilacinum*, qui était si fréquent sur les parcelles DEHE-RAIN, est pratiquement inexistant dans le sol étudié, ce qui n'est pas du à l'acidification des milieux, car nous l'avons obtenu dans d'autres terres, abondamment, sur des milieux à pH 4,5-4,7. Enfin, deux espèces, en cours d'études, n'ont pu être déterminées.

SPHAEROPSIDALES. — **10 espèces**, dont 9 dans les Terres, représentant **9,6 p. 100 des colonies repérées**. On notera les difficultés de détermination concernant ces champignons, dont certains ont à coup sûr le sol comme habitat normal, mais dont d'autres proviennent certainement des innombrables débris végétaux qui y sont présents. Nous ne pouvons donc avancer aucun nom d'espèces, en particulier pour les *PHOMA* et *SPHAERONEMA* dont deux souches apparaissent fréquemment dans nos isolements. Une sphaeropsidale dont les spores hyalines deviennent pluricellulaires avec l'âge, a été nommée *SEPTORIA* avec réserve. Signalons aussi la présence d'un *STAGONOSPORA* dont on isole du sol toujours 1 à 2 espèces. Il resterait à confirmer qu'il s'agit de la même ou des mêmes espèces dans les diverses expérimentations.

STILBACÉES. — Une seule espèce, isolée dans les terres, représentait **moins de 1 p. 100 du total des colonies isolées**. Assez curieusement, nous n'avons pas retrouvé ce *STYSANUS* dans les essais rhizosphères.

TABLEAU III

Comportement global des groupes systématiques dans les terres et terres tombées des racines.

Groupes systématiques	Nombre d'espèces	Nombre de colonies pour 4 g terre sèche	Pourcentage des groupes relatif au nombre de colonies
<i>Ascomycètes</i>	2	450	moins de 1 %
<i>Dematiées</i>	17	18 030	6,8 %
<i>Fusarium</i>	14	30 160	11,5 %
<i>Mucedinées</i>	25	45 990	17,5 %
<i>Mycelium steriles</i>	1	200	moins de 1 %
<i>Phycomycètes</i>	6	17 260	6,5 %
<i>Penicillium</i>	21	116 730	44,3 %
<i>Sphaeropsidales</i>	9	26 090	9,6 %
<i>Stilbacées</i>	1	420	moins de 1 %
<i>Tuberculariacées</i>	5	8 700	3,4 %
<i>Total</i>	101	264 130	100

Pourtant, ce groupe est représenté en général avec constance dans les sols. Aussi, sommes-nous tentés d'incriminer, sans que la preuve en soit faite, l'acidité des milieux.

TUBERCULARIACÉES (Sauf *FUSARIUM*). — **6 espèces** dont 5 dans les terres, représentant **3,4 p. 100 des colonies**. Les *CYLINDROCARPON* sont au nombre de 3 espèces dont l'une a une fréquence assez élevée : *C. radicicola*. Deux *MYROTHECIUM* indéterminés et un *VOLUTELLA* très abondant constituent la partie restante de ce groupe. En général, les diverses espèces sont pointées plusieurs fois.

**IV. — INFLUENCE DE TRAITEMENT
CONTRE LE *SCLEROTIUM cepivorum* BERK.
SUR LA RHIZOSPHERE D'AIL**

Le deuxième objectif de notre expérimentation était de faire ressortir l'action éventuelle des traitements pratiqués contre le *SCLEROTIUM cepivorum* BERK. sur la rhizosphère d'Ail. En effet, nous savons que la période d'envahissement peut être très longue, c'est-à-dire qu'on pourra observer des plantes gravement atteintes encore peu de temps avant la récolte ; pour obtenir une protection efficace, il faut donc employer un moyen de lutte à grand rayon d'action dans les sols infectés, ne protégeant pas seulement les plantes dans leur première végétation. De nombreuses difficultés se lèvent lorsqu'on aborde l'étude d'une rhizosphère ; ici, en particulier, il fallait attendre que le cayeux traité soit installé dans le sol pour pratiquer un premier prélèvement, ce qui nous empêche d'apprécier un effet dépressif du traitement dans les deux ou trois premières semaines. Rappelons que les produits qui ont été étudiés sont le Thirame, l'Oxinate de Cuivre, une Pyridine thione et le N. trichloromethyl-thiophthalimide en présence d'un témoin. Nos conclusions porteront sur le dépouillement des résultats obtenus par lavages successifs et ensemencement direct des racines. Evidemment, le témoin nous fournira l'élément indispensable de comparaison pour l'appréciation de ces résultats.

**1^o Évolution de la Myc flore
en fonction des prélèvements et des traitements.**

Cette évolution est consignée globalement dans le tableau IV pour les lavages successifs et par espèces dans le tableau V en ce qui concerne l'ensemencement direct des racines.

L'examen du premier tableau ne montre déjà, lors du premier prélèvement, aucune différence significative du nombre total des colonies isolées dans les traités, par rapport au témoin. On pourra objecter que

TABLEAU IV

Évolution du nombre des colonies isolées au cours des trois prélèvements pour 5 cc d'inoculum initial.

Parcelles	1 ^{er} Lavage			2 ^e Lavage			3 ^e Lavage		
	II ^e prélè- vement	III ^e prélè- vement	IV ^e prélè- vement	II ^e prélè- vement	III ^e prélè- vement	IV ^e prélè- vement	II ^e prélè- vement	III ^e prélè- vement	IV ^e prélè- vement
Témoin	7 900	24 000	23 500	325	3 840	4 800	184	2 144	400
Thirame	7 200	13 300	19 000	255	1 330	4 000	194	593	700
Oxinate de cuivre	6 900	21 000	6 900	220	880	980	58	255	940
Pyridinethione	4 600	9 000	15 900	105	615	5 900	40	234	2 450
Phtalimide	5 000	(¹)	21 000	435	5 330	2 950	77	(²)	2 300

(¹) Nombre de colonies très élevé, dû à la pullulation de *Penicillium corymbiferum*.

(²) Boîtes illisibles.

TABLEAU V

Répartition des espèces isolées sur racines.
(Nombre de colonies pour 5 boîtes.)

Espèces	1 ^{er} Prélèvement Rhizosphère					2 ^e Prélèvement Rhizosphère					3 ^e Prélèvement Rhizosphère				
	17	12	12	12	20	16	15	10	15	19	22	20	16	13	22
<i>Fusarium oxysporum</i> souche I et III..															
<i>Fusarium sambucinum</i> var. minus						6	5	6	5	2					
<i>Fusarium avenaceum</i>	4	4	8	7	3	1		6							
<i>Volutella</i>						2	5		4	2			2		
<i>Mortierella</i>							1								
<i>DM</i> sg (non en souche)	3	8	3	6			1								
<i>Curvularia</i>							2			1				1	
<i>Fusarium equiseti</i> var. <i>bul-</i> <i>latum</i>								1							
<i>Mucor</i> sp							1								
<i>Sclerotium cepivorum</i>								3							
<i>Aspergillus fumigatus</i>															
<i>Fusarium</i> sp FU 117											10				
<i>Cephalosporium</i> MO 127												10			
<i>Rhizopus nigricans</i>												7	13	10	1
<i>Cladosporium herbarum</i> (?). <i>Phoma</i> sp 102														2	
<i>Rhizopus nigricans</i>												3	1		
<i>Penicillium canescens</i>													3	1	3
<i>Fusarium campyloceras</i>													4		
<i>Penicillium corymbiferum</i>													1		
<i>Trichoderma lignorum</i>													1		
<i>Mucor racemosus</i>													1		
<i>Gliocladium fimbriatum</i>													1		
<i>Fusarium scirpi</i> var. <i>acumi-</i> <i>natum</i>														1	
<i>Mucor adventitius</i>													1		
<i>Pythium</i> III III														2	
<i>Fusarium scirpi</i> var. <i>cauda-</i> <i>tum</i>						10	9	7	14						
<i>Pythium</i> PH 105								3	2						

Par prélèvement, chacune des colonnes représente dans l'ordre : témoin, thirame, oxinate, pyridinethione et phtalimide. Dans chacune des colonnes, les chiffres représentent le nombre de colonies pour 5 boîtes.

ce nombre est plus élevé pour ce dernier, au premier lavage, phénomène qui se maintient dans les deux autres prélèvements au premier lavage si l'on fait abstraction du nombre de 62 000 obtenu pour le Pyridinethione au 3^e prélèvement, dû, nous l'avons déjà signalé, à la pullulation de *PENICILLIUM corymbiferum*. D'autre part, le chiffre faible de 6.900 du 4^e prélèvement pour l'Oxinate n'a aucune signification étant précédé au 3^e prélèvement par un nombre total de 21 000 colonies. Dans les conditions de l'expérience, il est impossible, en présence de chiffres aussi proches concernant témoin et traité, d'affirmer un effet dépressif du traitement sur la rhizosphère, déjà au bout d'un mois. Quant à la répartition des espèces isolées au niveau des racines, par ensemencement direct, on ne peut voir aucune différence, dès le 1^{er} prélèvement du 13 avril, sur le nombre d'espèces et sur le nombre de colonies dans chacun des cas étudiés. Dans les prélèvements suivants, l'éventail des espèces est plus ouvert ; paradoxalement c'est le témoin qui comporte le moins d'espèces isolées.

Cette augmentation des espèces est en liaison d'une part avec l'amélioration des conditions météorologiques qui a favorisé la végétation des champignons dans le temps d'une manière constante (voir plus bas), d'autre part avec le développement du système racinaire.

Si on tente de raisonner, non plus sur le nombre des colonies, mais sur les espèces, on constate que leur nombre est du même ordre de grandeur pour les divers cas. Aucun groupe systématique ne marque une sensibilité particulière à un traitement quelconque, aucune espèce importante n'apparaît défavorisée. Enfin, quand on calcule le nombre de germes par milligramme de terre sèche pour les terres tombées des racines, les résultats sont aussi négatifs.

Des expérimentations supplémentaires sont indispensables si l'on veut dégager d'une manière certaine une action éventuelle des produits de traitements sur la rhizosphère, dans le cas d'un traitement de bulbe. Du fait que les racines n'ont été touchées à aucun moment par les traitements avant la plantation, il nous semble peu certain que la protection de cayeux par les fongicides étudiés soit suffisamment longue et efficace pour empêcher l'envahissement des plantes dans le temps et dans l'espace par le *SCLEROTIUM cepivorum*, dont les dégâts sont manifestes à tous les stades de végétation.

2^o Isolements du *SCLEROTIUM*.

Il est intéressant de comparer ces isolements avec les notations effectuées sur le terrain, qui nous ont été aimablement communiquées par M. DENIZET, Ingénieur en Chef, dirigeant le Service de la Protection des Végétaux à CLERMONT-FERRAND. Au mois d'avril, la

maladie n'a occasionné pratiquement aucun dégât, ce qui est en accord avec nos observations, puisqu'en aucun cas nous n'avons isolé l'agent pathogène dans nos boîtes d'ensemencements. Au comptage effectué dans le champ d'expérience le 19 mai, on note que le développement de la maladie entraîne un certain nombre de manquants et de dépérissants ; or, nous obtenons effectivement le *SCLEROTIUM* sur racines ensemencées directement au prélèvement du 20 mai. Par contre, dès le début juin, après des pluies et des journées chaudes, l'incidence de la maladie croît très rapidement ; de la même façon, dans notre dernier prélèvement du 18 juin, nous isolons de nombreuses fois le parasite, soit dans les lavages des racines, soit sur les racines directement, dans toutes les séries du traitement. En fait ceci constitue un exemple de la corrélation qu'on peut obtenir, dans le cas de maladies prenant leur origine dans le sol, entre la notation en végétation et les isolements obtenus au laboratoire par ensemencement de dilution de terre ou de racines sur milieux gélosés.

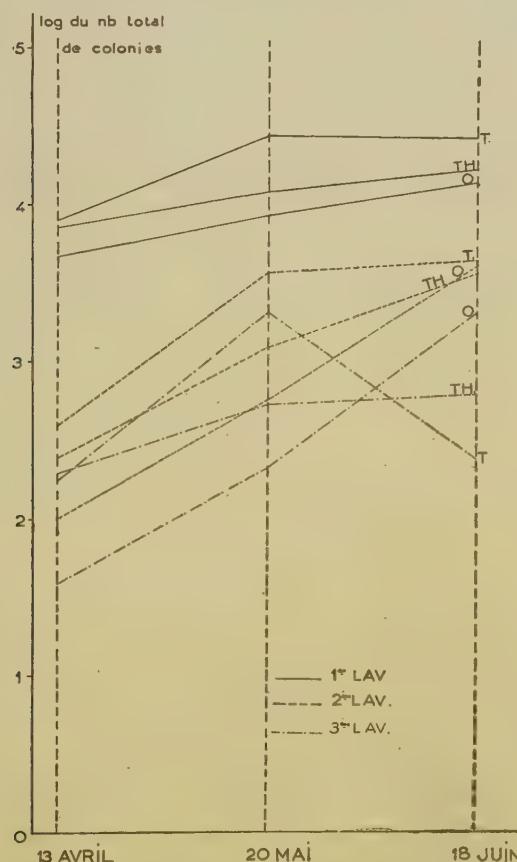


FIG. 4. — Variations saisonnières de la Mycoflore pour deux produits et le témoin.

T = Témoin.
 TH = Thirame.
 O = Oxinate de cuivre.

3^o Activité saisonnière.

Si nous ne pouvons dégager du tableau IV un effet dépressif du traitement sur la mycoflore avoisinant les racines, il nous est du moins possible de constater l'augmentation continue de l'activité saisonnière des microorganismes au cours des trois prélèvements.

En effet, à part deux ou trois exceptions que nous avons signalées et expliquées pour les trois lavages, le nombre de colonies isolées croît régulièrement du 13 avril au 18 juin. Ceci s'explique facilement par des conditions météorologiques particulièrement favorables aux champignons ; température d'une part, humidité d'autre part sont en hausse constante du mois d'avril au mois de juin (figure 1), ce qui permet avec certitude à la mycoflore de conserver et d'augmenter son activité et sa faculté de sporulation, grâce aux conditions physiques et climatiques du sol qui restent bonnes. Nous avons traduit cette évolution saisonnière en éliminant volontairement le cas aberrant du Pyridine-thione dans la figure 4.

4^o Espèces caractéristiques de la rhizosphère de l'Ail.

On peut penser que les espèces résistant aux trois lavages et se trouvant de plus au contact des racines constituent les éléments caractéristiques de la rhizosphère de l'Ail. Cette recherche nous a amenés à construire un tableau unique pour toutes les parcelles où figure pour chaque espèce le pourcentage de présence dans les divers lavages pour les trois prélèvements, auquel ont été joints les pointages sur racines ensemençées après lavages : Il nous permet de suivre une même espèce dans les différents lavages, dans les trois prélèvements et sur les diverses parcelles, et de déterminer par conséquent celles qui sont apparues le plus fréquemment dans la rhizosphère. Nous en tirerons les conclusions suivantes.

a) Un certain nombre d'espèces apparaît sporadiquement soit dans les premiers lavages, soit même au contact de la racine. Jusqu'à plus ample information, nous ne les considérons pas comme faisant partie de la rhizosphère proprement dite, c'est-à-dire de l'ensemble des organismes qui vivent au contact ou au voisinage de la racine d'une manière constante et que nous devons retrouver le plus fréquemment dans nos isolements. Rappelons qu'à chaque prélèvement, l'expérimentation a porté sur 20 cayeux (4 dans chaque traitement et témoin), donc pour l'ensemble de notre travail 60 cayeux, possédant chacun certainement au-delà de 25 racines ; nous pensons qu'il s'agit là d'un bon échantillonnage.

b) Nous remarquons que quelques espèces se sont manifestées très souvent au contact des racines dans les trois lavages, mais dans un seul et même prélèvement. On peut avancer que leur développement est en liaison soit avec les conditions météorologiques, les unes disparaissant avec l'augmentation de la température du sol, les autres au contraire prenant un maximum de développement avec la chaleur, soit avec le développement du système racinaire. Les espèces suivantes sont dans ce cas :

— apparition au premier ou deuxième prélèvement rhizosphère, disparition presque totale au 3^e prélèvement rhizosphère.

HORMODENDRON sp DM 100.

PAPULARIA sphaerosperma souche rouge.

FUSARIUM avenaceum.

— *lateritium* (une seule présence au 3^e prélèvement rhizosphère).

— *scirpi* var. *CAUDATUM* (deux présences au 3^e prélèvement rhizosphère).

FUSARIUM sambucinum, var. *minus*, qui apparaît uniquement au 2^e prélèvement et à chaque parcelle au contact direct de la racine.

FUSARIUM solani souche 1.

SPOROTRICHUM pruinatum, dans le 1^{er} lavage au 2^e prélèvement.

PENICILLIUM cyclopium.

PENICILLIUM sp., série *chrysogenum* PN 114.

CONIOTHYRIUM sp sp III.

MUCOR adventitius, var. *aurantiaca* (un seul pointage au 3^e prélèvement sur racines).

Cette liste ne comprend que les espèces repérées fréquemment.

— Apparition abondamment ou uniquement au 3^e prélèvement Rhizosphère.

CLADOSPORIUM herbarum.

STACHYBOTRYS atra.

FUSARIUM oxysporum souche 4 FU III.

ASPERGILLUS fumigatus.

CEPHALOSPORIUM curtipes (?)

SCLEROTIUM cepivorum.

PENICILLIUM corymbiferum (également dans le 2^e prélèvement).

c) Seront considérées comme constituant la fraction active et essentielle de la population fongique de la rhizosphère de l'Ail :

— Les espèces montrant une égale et importante fréquence au cours des trois lavages, et si possible au contact des racines, au cours des trois prélèvements.

— Les espèces montrant une fréquence élevée au cours des trois lavages dans un seul prélèvement.

— Les espèces montrant une fréquence réduite dès les 2 premiers lavages, mais voyant cette fréquence croître notablement dans le 3^e et sur la racine.

Ceci nous permet d'établir la liste de champignons suivante :

CURVULARIA sp DM 114.

FUSARIUM oxysporum souche 1.

— — — souche 4.

— *camptoceras* (?)

— *avenaceum*.

— *scirpi* var. *caudatum*.

— *sambucinum* var. *minus*.

ASPERGILLUS fumigatus.

CEPHALOSPORIUM curtipes (?)

SCLEROTIUM cepivorum.

* *PENICILLIUM canescens*.

* — *corymbiferum*

— sp série *chrysogenum*.

* *SPHAERONEMA* sp 100.

* *PHOMA* sp 102.

* *VOLUTELLA* TU 100.

Quant aux espèces les plus fréquemment isolées ou repérées au contact des racines ensemencées directement, un examen rapide du tableau V met en évidence les **FUSARIUM**, qui dominent largement. Ce fait est à souligner et constitue un résultat important, car tous ces champignons sont universellement reconnus comme des parasites actifs de blessure et peuvent intervenir dans divers complexes pathologiques du sol : fonte de semis, pourritures de bulbes par exemple. Il semblerait intéressant de contrôler leur présence dans la rhizosphère et au contact des racines d'autres plantes, prouvant ainsi que les **FUSARIUM** sont des hôtes normaux de la racine. Nous avons traduit l'évolution de quelques uns d'entre eux sur la figure 5.

Enfin, il faut remarquer que les pointages les plus nombreux concernent les 6 espèces marquées d'un astérisque, dont 5 d'entre elles appartiennent à la microflore de base déterminée auparavant, ce qui leur enlève la valeur d'espèces caractéristiques de la rhizosphère, dans ce cas particulier.

V. — CONCLUSIONS

Le but de notre expérimentation était de dégager une influence dépressive éventuelle de divers fongicides sur la rhizosphère après un traitement avant plantation des cayeux d'Ail. Aucun résultat positif net n'a été enregistré par nous au cours des trois prélèvements que nous

avons effectués, et dès le premier de ces prélèvements, la population fongique des traités n'est pas notoirement différente de celle du témoin, ce qui semblerait prouver qu'un mois après le traitement, l'action des produits testés : *Thirame*, *1-oxyde 2-pyridine thione*, *N trichlorométhyl-*

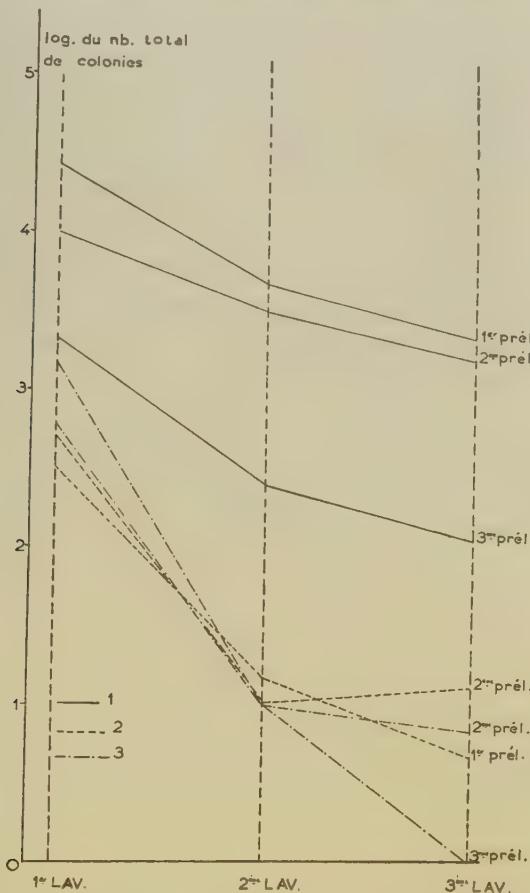


FIG. 5. — Évolution de quelques *Fusarium* au cours des lavages et des prélèvements.

1 = FU 100 = *Fusarium oxysporum* sensu lato.

2 = FU 104 = *Fusarium avenaceum*.

3 = FU 102 = *Fusarium camptoceras* (?)

thiophtalimide et *Oxinate de cuivre* n'est plus décelable au voisinage des racines. Toutefois, ce n'est pas la valeur intrinsèque de ces fongicides qui est à mettre en cause, mais bien la protection illusoire qu'ils confèrent aux jeunes plantes dans le cas précis du *SCLEROTIUM cepivorum* BERK. En effet, les notations en culture comme nos isollements, prouvent que dès le mois de mai, la maladie s'est installée et que son importance n'a cessé de croître au cours des mois suivants. Malgré tout, il est difficile de trouver dans la nature des conditions plus défavorables pour le test d'un produit en désinfection de bulbes : d'abord les conditions météorologiques ont été éminemment favorables au développement des champignons

(température élevée et haute pluviosité), d'autre part, les pluies importantes ont déterminé certainement un entraînement rapide des produits et une dispersion dans le sol, enfin, la haute dose d'inoculum de *SCLEROTIUM* épandu à la plantation ne se trouve pas naturellement sans doute. L'envahissement de la plante s'effectue normalement par les racines et les symptômes apparaissent assez longtemps après la plantation. Par traitement de bulbes, les jeunes racines qui en sont issues ne peuvent être bien protégées que si les produits employés possèdent une résistance suffisante et surtout un pouvoir fongicide ou fongistatique, non pas confiné à la surface du bulbe, mais à grand rayon d'action autour de ce bulbe. Il se pourrait qu'un traitement de bulbe ne soit pas suffisant dans le cas qui nous intéresse, et qu'il devrait être combiné avec un traitement du sol, à déterminer, pour obtenir une protection meilleure de la plantation. Les chercheurs américains ont montré que le *SCLEROTIUM cepivorum* BERK. croît difficilement dans le sol; c'est un habitant de la racine plus qu'un hôte du sol; de plus M. R. SCOTT prouve que le nombre de plantes infectées sur la rangée est inversement proportionnel à leur espacement. Il y a donc à combiner une technique culturale (distance optimale des plants, diminuant l'infection sans affecter le rendement d'une manière trop spectaculaire) avec un traitement de bulbe et un traitement du sol. Nous livrons ces observations pour montrer dans un cas précis d'infection en provenance des sols la complexité du problème de la protection efficace. Il va sans dire que le point de vue du pathologiste ne va pas forcément avec les exigences économiques de la culture. Aussi, par l'expérimentation faut-il combiner ces facteurs de protection, en supprimer un s'il y a lieu, pour ne pas affecter la rentabilité de la plantation. En particulier, nous pensons là au traitement du sol proprement dit dont le prix de revient est souvent prohibitif. Enfin, nos isolements ont prouvé la grande variété de la mycoflore dans ces sols et en particulier, nous avons pu mettre en évidence une population dominante de *FUSARIUM* au contact des racines. Quant aux méthodes, nous soulignerons l'intérêt de la méthode par lavages successifs qui nous a fourni d'excellents résultats qualitatifs.

VI. — RÉSUMÉ

A l'occasion d'une étude sur l'incidence du traitement du sol ou de bulbes sur la mycoflore, des prélèvements effectués sur un sol argilo-calcaire de la Station d'Expérimentation de MARMILHAT à CLERMONT-FERRAND, nous ont permis de caractériser **127 espèces** différentes, appartenant aux groupes systématiques les plus divers et constituant un premier inventaire microfongique d'un sol nouveau. Un certain nombre d'entre elles sont déjà signalées comme des hôtes communs du sol. Deux

méthodes principales ont été utilisées : méthode classique de dilution de terres et méthode par lavages successifs des racines ; cette dernière fournit de bons résultats qualitatifs. Pour éviter la pullulation des bactéries, les milieux ont été préalablement acidifiés à l'acide citrique.

Le but de l'essai était l'appréciation des perturbations apportées par un traitement de cayeux d'Ail dans la micropopulation de la rhizosphère. Trois prélèvements de plantes ont été échelonnés dans le temps pour les produits suivants : *THIRAME*, *OXINATE de Cuivre*, *N-TRICHLOROMETHYLTHIOPHTHALIMIDE*, *1-OXIDE 2 PYRIDINE-THIONE*.

Aucun caractère dépressif net n'a pu être enregistré par le traitement vis-à-vis du témoin, dès le premier test, un mois après la plantation ; ces différents fongicides semblent d'une efficacité réduite quant à la protection des plantes en cours de végétation ; en effet, dès le mois de mai et au mois de juin, le *SCLEROTIUM cepivorum* a pu être isolé dans les boîtes d'ensemencements ; les notations sur le terrain indiquent que la maladie était partout présente. Un résultat toutefois mérite d'être souligné : les *FUSARIUM* constituent des hôtes normaux des racines. Enfin, il faut insister pour terminer sur les nombreuses difficultés inhérentes à l'étude de la rhizosphère.

SUMMARY

When studying the soil treatment or bulbs treatment incidence on the soil fungi, having taken samples from a clayey and chalky soil from the experimental station of MARMILHAT, near CLERMONT-FERRAND, we could differentiate 127 different species of Fungi, belonging to the most diverse systematic groups, which form a first micropopulation list of a new soil. A few have already been pointed out as common soil hosts. Two principal methods have been tested : the classical dilution plates and the successive washings of the roots, the latter giving good qualitative results. To prevent the growth of bacteria, the media were previously acidified with citric-acid.

The test was performed in order to estimate the disorders caused by a garlic bulb treatment in the micropopulation of Fungi. We made one plant sample every month in April, May and June for the following Fungicides : *Thiram*, *copper oxyquinoleat*, *N. Trichloromethylthiophthalimid*, *1 oxyde-2-pyridinethione*.

The bulb treatment did not produce any distinct lowness which could be registered one month after planting, in presence of témoin. These different fungicides seem to be of little efficiency as to the protection of growing garlics : effectively, as soon as May, and in June, *Sclerotium cepivorum* BERK could be isolated in the Petri dishes ; the observations, made in the field, show that the disease was wide-spread. However, a result is worth being noticed : *FUSARIUM* are usual hosts of roots. Finally, we must emphasize the numerous difficulties in a study of rhizospher.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Untersuchung der Einflüsse von Boden und Zwiebelnbehandlung auf die microbiologische Flora des Erdbodens haben Proben von Lehmg kalkigem Boden der Versuchsstation von MARMILHAT bei « CLERMONT-FERRAND » (Frankreich), uns erlaubt 127 verschiedene mikroskopische Erdpilzarten aus den verschiedensten systematischen Gruppen, als ein erstes Inventar eines noch nicht bearbeiteten Substrats zu ermitteln. Ein gewisser Prozent unter ihnen sind jedoch als allgemeine Bodenbewohner beschrieben worden.

Es wurden im besonderen zwei Untersuchungsweisen angewandt : die klassische Methode der Bodenverdünnung und die Methode einer Reihe Pflanzenwurzelnabwaschungen : diese letztere ergab gute qualitative Resultate. Um einen Bakterienausbruch zu vermeiden war das Substrat vorhergehend durch Zitronensäure gesäuert.

Diese Versuche sollten eine erste Beurteilung der Einflüsse durch Knoblauchzwiebelnbehandlung auf die Rhizospherenpopulation ergeben. Man nahm drei Pflanzenproben in regelmässigen Zeitabständen nach gebrauch volgender Mittel : *Thiram*, *Kupfer oxiquinoleat*, *N. trichloromethylthiophthalamide*, *1-oxyde-2 pyridinethione*. Bei der ersten Probe konnte schon kein deutlicher depressiver Einfluss nach der Behandlung und im Vergleich zu der nicht behandelten Parzelle ermittelt werden, und ein Monat nach der Pflanzung scheinen diese verschiedene Behandlungsmittel den Pflanzen nur noch wenig Schutz bieten. So konnte man schon im Mai und im Juni *Sclerotium cepivorum* BERK finden. Untersuchungen im Feld zeigten dass die Pflanzenkrankheit auf der ganzen Fläche zu finden war. Ein Resultat muss jedoch unterstrichen werden : die *FUSARIUM* sind normale Wurzelbewohner. Schliesslich muss man noch auf die vieligen Schwierigkeiten hinweisen, die den Untersuchungen der Rhizosphäre beistehen.

Reçu pour publication le 19 février 1960.

VII. — BIBLIOGRAPHIE

Nous n'indiquons pas dans la bibliographie les ouvrages classiques de détermination, que nous avons utilisés couramment lors de l'essai.

CHESTERS (C. G. C.). — A contribution to the study of the fungi in the soil.

Trans. Brit. Mycol. Soc., **30**, p. 100-117, 1948.

CHESTERS (C. G. C.) et THORNTON (R. M.). — A comparison of techniques for isolating soil fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **39**, p. 301, 1956.

GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). — Contribution à l'étude de Microflore fongique des sols cultivés. *Ann. des Epiph.*, p. 471-540, 1956.

GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). — Deuxième contribution. *Ann. Epiph.*, p. 229-251, 1957.

GUILLEMAT (J.) et MONTEGUT (J.). — Troisième contribution. *Ann. Epiph.*, p. 27-54, 1958.

HARLEY (J. L.) et WAID (J. S.). — A Method of studying active mycelia on living roots and other surfaces in the soil. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **38**, pp. 104-118, 1955.

SCOTT (O. M. R.). — Studies of the Biology of *Sclerotium cepivorum* BERK. *Ann. Appl. Biol.*, **44**, p. 576 et p. 584, 1956.

COLEY SMITH (J. R.). — Studies of the biology of *Sclerotium cepivorum*. *Ann. Appl. Biol.*, **47**, p. 511, 1959.

TIMS (E. C.). — White Rot of Shallot and its control. *Phytopathology*, **37**, p. 437, 1957 et **38**, p. 378, 1948.

WILLOUGHBY (I. G.). — Studies on Soil chytrids. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, **39**, p. 125, 1956.

UN NOUVEL HELMINTHOSPORIUM SUR MAIS DANS LE BASSIN PARISIEN

ÉTUDE MYCOLOGIQUE

PAR

P. MOLOT

Station de Pathologie végétale,
Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Ouest,
Pont-de-la-Maye (Gironde)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — Les symptômes de la maladie.

- a) Sur maïs adultes.
- b) Sur plantules de maïs en serre.

II. — L'agent pathogène.

- a) Description mycologique du parasite.
- b) Interprétation.

III. — Données complémentaires sur l'agent pathogène.

- 1^o Conditions de sporulation.
- 2^o Croissance du mycélium.
- 3^o Contaminations artificielles.

IV. — Conclusions.

Bibliographie.

Introduction

Pour la première fois dans le Bassin Parisien, un *Helminthosporium* a été observé sur maïs en juillet 1958 à Versailles.

Ce parasite apparut simultanément dans deux parcelles de la Station centrale d'Amélioration des plantes du Centre National de Recherches Agronomiques (Étoile de Choisy, route de Saint-Cyr, Versailles), parcelles distantes l'une de l'autre d'environ 800 mètres. Dans les deux cas, les maïs atteints

étaient surtout du matériel de sélection, notamment des lignées en autofécondation :

V 1	
L 18.2 (= V 5)	selections de Versailles issues
L 63 (= V 9)	de la même population de
L 77	départ (Lacaune)
WJ	lignée américaine
AK9	lignée autrichienne.

I. — Les symptômes de la maladie

a) SUR MAÏS ADULTES — Sur le feuillage, la maladie débute par des taches punctiformes qui, par transparence, ont un aspect huileux. Rapidement, elles s'allongent parallèlement aux nervures tandis que le centre de la lésion brunit. Quand elles ont atteint environ 10 mm de long, elles s'élargissent un peu, si bien que le facies définitif est celui d'une macule oblongue de l'ordre du centimètre. En fin d'évolution, on peut distinguer autour de chaque tache une marge plus foncée assez imprécise.

Nous avons pu observer que certaines taches étaient comme « canalisées » par les nervures et que leurs bords demeuraient plus ou moins parallèles aux vaisseaux foliaires. Les lésions voisines finissent par se grouper pour ne plus former qu'une seule et même tache assez grande dont on devine néanmoins les éléments constitutifs.

Sur gaines et tiges, la maladie se présente sous le même aspect. Sur épis, nous avons observé des attaques très caractéristiques. Tout d'abord, les spathes portent les taches décrites plus haut à propos des feuilles ; puis, quand on les soulève, on peut voir le mycélium grisâtre du champignon cheminer entre les grains. Ceux-ci deviennent noirs. Notons que ces altérations se produisent généralement sur des grains dispersés sur l'épi ou en petits groupes. L'attaque peut aussi partir du sommet.

b) SUR PLANTULES DE MAÏS EN SERRE. — En serre, par contamination artificielle (pulvérisation de spores et mise sous cloche) réalisée sur une vingtaine de types de maïs au stade 4 feuilles, nous avons obtenu dans la majorité des cas des petites taches circulaires de l'ordre du millimètre. Ces lésions n'évoluaient pratiquement pas.

II. — L'agent pathogène

a) DESCRIPTION MYCOLOGIQUE DU PARASITE.

A l'examen microscopique, nous avons pu observer la présence de nombreuses spores, caractéristiques du genre *Helminthosporium*. Elles sont de forme assez irrégulière, soit cylindriques, soit ovoïdes, avec des contours parfois tourmentés. Leur couleur tire sur le brun très foncé de sorte qu'il est souvent impossible de discerner le nombre exact de cloisons transversales qui oscille entre deux et quatre. Elles ont pour dimensions :

Longueur	54,75 \times 23,8 μ (moyenne 36,9 μ)
Largeur	19 \times 11,9 μ (moyenne 14 μ)

b) INTERPRÉTATION.

Ces données nous permettent d'affirmer qu'il ne s'agit pas d'*Helminthosporium turcicum* Pass., parasite fréquent sur les maïs du Sud-Ouest. En effet, la souche d'*Helminthosporium* isolée à Versailles attaque les épis, détermine des lésions foliaires relativement petites et possède des spores plus foncées, plus irrégulières et plus courtes, autant de différences marquées avec la première espèce.

Ces nouveaux caractères nous ont fait songer à l'espèce *carbonum*. ULLSTRUP, aux U. S. A., avait déjà décrit sur maïs deux races d'*Helminthosporium carbonum* dont nous précisons ici les données essentielles (1).

TABLEAU I
Helminthosporium carbonum ULLSTRUP.

		Race I	Race II
Spores	Longueur	25 à 100 μ Moyenne 63 μ	<i>Idem</i>
	Largeur	7 à 18 μ Moyenne 13 μ	<i>Idem</i>
	Nombre de cloisons	2 à 12 — Moyenne 7	<i>Idem</i>
	Couleur	Brun très foncé	<i>Idem</i>
	Forme	Spores à contour régulier et droites	<i>Idem</i>
Aspect macroscopique sur feuilles de :	Maïs adultes	Taches ovales ou circulaires (1 x 2 cm)	Taches oblongues (1 x 0,5 cm)
	Plantules de maïs en serre	Taches circulaires ne dépassant jamais le demi-centimètre	Petites taches à contour assez irrégulier
Spécificité parasitaire sur maïs :		Marquée	Nulle

Il ressort de ce tableau que la souche d'*Helminthosporium* isolée à Versailles peut se ranger par analogie dans l'espèce *carbonum*, mais ne doit en aucun cas être assimilée aux deux races décrites ici (dimensions et forme des spores), nombre de cloisons, symptômes nécrotiques sur plantules.

En 1957, C. M. MESSIAEN avait isolé à Saint-Martin-de-Hinx sur A 34-A 171 un *Helminthosporium carbonum* qui, envoyé au Professeur ULLSTRUP, s'avéra très voisin de la race 2. Nous avons conservé cette souche en culture artificielle et, grâce à elle, nous avons pu établir avec une certitude accrue que l'*Helminthosporium carbonum* isolé à Versailles était différent.

Ne disposant pas de la race 1, nous avons sollicité à nouveau l'avis du Professeur ULLSTRUP en lui adressant notre souche. Dans sa réponse, il pense qu'il s'agit d'une nouvelle race d'*Helminthosporium carbonum*.

III. — Données complémentaires sur l'agent pathogène

1^o CONDITIONS DE SPORULATION.

Les milieux de culture les plus aptes à favoriser la sporulation toujours difficile de notre souche sont ceux à base de farine de céréales (maïs et surtout

avoine). Contrairement à l'*Helminthosporium turcicum*, il fructifie très mal sur les milieux artificiels ne renfermant que sucre et sels minéraux.

Si la race 2 isolée par C. M. MESSIAEN produit de nombreuses spores sur papier filtre imbiber d'un liquide nutritif (celui du milieu synthétique de la

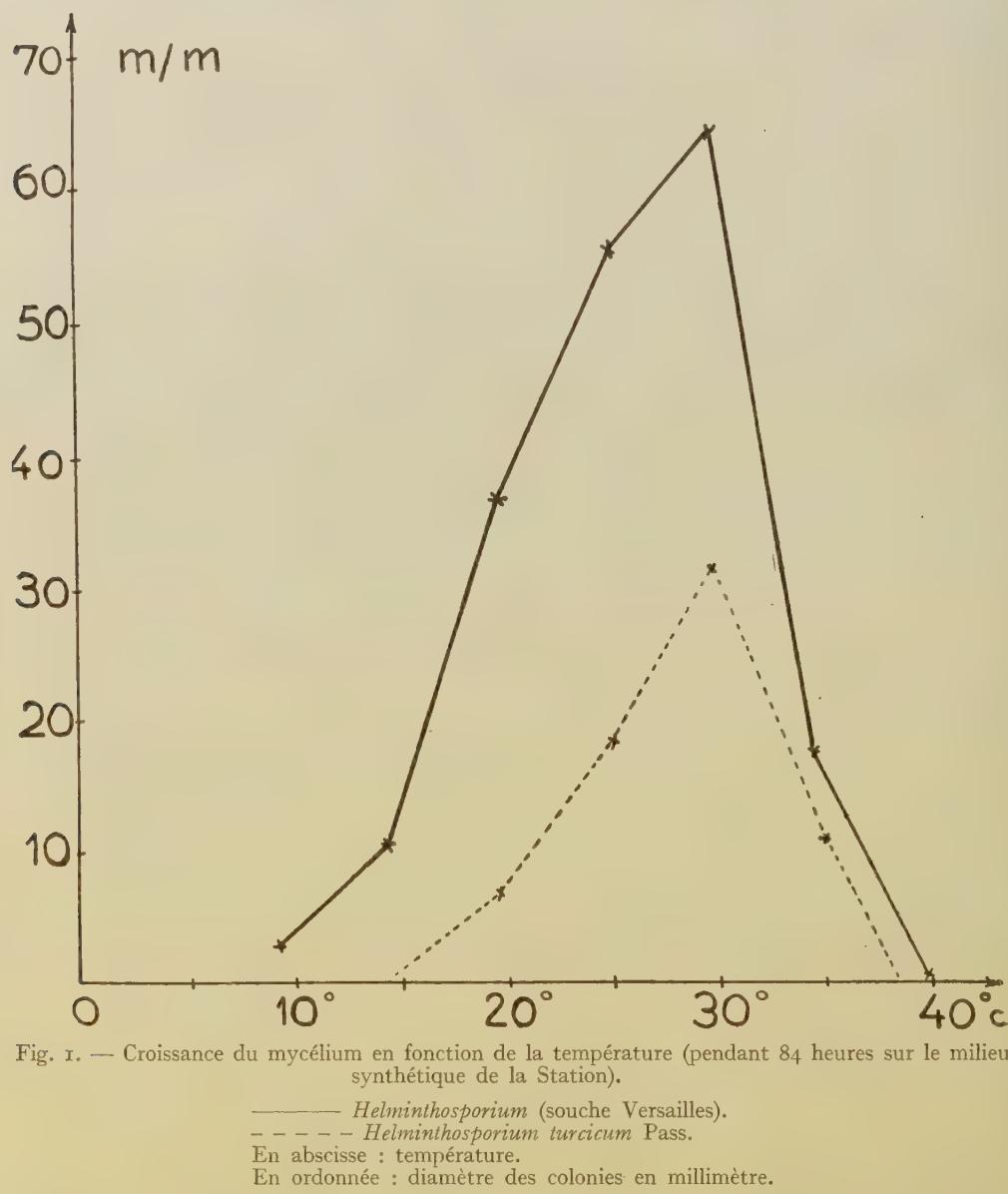


Fig. 1. — Croissance du mycélium en fonction de la température (pendant 84 heures sur le milieu synthétique de la Station).

Station), il n'en est rien pour le nouveau parasite : à peine arrive-t-il dans ces conditions à émettre quelques filaments végétatifs.

La lumière paraît favoriser la sporulation. Ce serait un caractère assez constant des *Helminthosporium carbonum*. Au contraire, l'espèce *turcicum* semble trouver dans une obscurité totale et permanente les conditions optimales de fructification.

Les spores produites en tubes et mises en cellules de Van Tieghem (20°C)

eau + 0,5 % saccharose) germent difficilement et après un temps relativement long (48 h.).

2^o CROISSANCE DU MYCÉLIUM.

Tous les milieux gélosés (organiques ou minéraux) essayés jusqu'alors conviennent à notre souche. Elle émet avec une grande facilité des hyphes qui poussent rapidement, mais restent souvent stériles.

Nous avons suivi de près la croissance du pathogène en boîte de Pétri sur milieu synthétique gélosé. Le mycélium chemine en surface, tout en demeurant assez ras. La végétation est très dense, très abondante, d'un gris tirant sur le noir.

Le développement du parasite s'avère possible entre 7 et 39°C, l'optimum étant de 30°C (fig. 1). A cette dernière température, le diamètre du front de progression au bout de cinq jours se chiffre autour de 12 cm (soit tout le fond d'une boîte de Pétri ordinaire). Notons en passant que le contour extérieur de la colonie est toujours net, régulier, bien tranché, ce qui, à la différence d'*Helminthosporium turcicum*, facilite les mensurations de ce genre.

3^o CONTAMINATIONS ARTIFICIELLES EN SERRE.

La technique consiste à pulvériser des spores sur le feuillage et à mettre sous cloche pendant trois jours consécutifs à la température de 20°C. On peut noter les symptômes dès le quatrième jour.

Nous avons contaminé dans ces conditions des plantules de différentes graminées cultivées : maïs, sorgho à balais, sorgho sucré, blé, orge, avoine. Nous n'avons obtenu de réaction positive que sur maïs et les deux types de sorgho. Il semble cependant que l'orge puisse être attaquée dans quelques cas.

Pour le maïs, on se rapportera aux symptômes décrits plus haut. En ce qui concerne le sorgho, il se forme de nombreuses petites taches nécrotiques entourées d'une zone rouge.

Signalons que *Helminthosporium turcicum* et *H. carbonum* race 2 (souche MESSIAEN) n'attaquent eux aussi que le maïs et le sorgho.

IV. — Conclusions

S'agit-il d'une espèce entièrement nouvelle ou simplement d'une nouvelle race d'*Helminthosporium carbonum*? Nous ne saurions trancher cette délicate question. Tout ce que nous pouvons affirmer, c'est que nous sommes en présence d'un nouvel *Helminthosporium* attaquant le maïs.

L'année 1959, très chaude et très sèche, n'a pas permis la réapparition du parasite, mais les risques d'une nouvelle épidémie ne sont pas écartés pour autant. C'est la première fois qu'un *Helminthosporium* est signalé sur maïs dans le Bassin Parisien, zone gagnée depuis peu par cette culture.

Le problème soulevé ici n'intéresse dans les conditions actuelles que les sélectionneurs. En 1958, nous n'avons constaté la maladie que sur certaines lignées ; aucun des hybrides commerciaux proches des parcelles malades n'a été touché.

Signalons, pour terminer, que le matériel de sélection issu de la popu-

lation Lacaune entre dans la composition des variétés INRA très précoces (INRA 200, INRA 258) et que la variété W 255 dérive de la lignée WJ.

Reçu pour publication le 8 avril 1960.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

(1) ULLSTRUP (A. J.). — Leaf blights of corn. *Station Bulletin 572, Purdue University*, Indiana, mars 1952.

CHRONIQUE DES LIVRES

HERTING (B.). — Biologie der westpaläarktischen Raupenfliegen. Dipt. *Tachinidae*. (Biologie des Tachinaires de la région palearctique occidentale). 1960. *Monog. z. angew. Entomologie* n° 16, 188 p., 12 fig.

Depuis le travail de W. BAER paru en 1920-21 aucun ouvrage d'ensemble n'était consacré à la biologie des Tachinaires. Ce groupe de Diptères entomophages présente cependant un grand intérêt tant sur le plan biologie générale que sur celui de l'Entomologie appliquée. Un grand nombre d'espèces sont bien connues comme parasites de ravageurs jouant un rôle indéniable dans le rétablissement de l'équilibre biologique.

B. HERTING a, dans son ouvrage, suivi le plan de son prédécesseur, c'est dire qu'il n'a consacré qu'un très petit nombre de pages (26) aux généralités sur la biologie de ce groupe pour développer la partie spéciale qui comporte une liste raisonnée des espèces avec mention de leurs hôtes : 403 espèces sont ainsi citées en suivant la classification de L. MESNIL. Une dernière partie comprend la liste des hôtes systématiquement classés.

Ce travail conscientieux ne cite que des informations contrôlées ayant parfois nécessité l'identification d'exemplaires répartis dans diverses collections. C'est une mise au point qui incite à compléter et à développer nos connaissances dans ce domaine.

J. D'AGUILAR

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 25-7-1960.

Dépôt légal: 3^e trimestre 1960 *N^o d'impression: 67*

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e. Tél. : INV 41.09.
Directeur : H. FERRU

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, TERROINE, LHÉRITIER.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique,
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique.

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station centrale d'Agronomie.

Série A bis. — *Physiologie Végétale* : M. COÏC, Directeur de la Station centrale de Physiologie végétale.

Série B. — *Amélioration des Plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station centrale de Génétique et Amélioration des Plantes.

Série C. — *Épiphyties* : M. DARPOUX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale,

M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole,

M. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

Série C bis. — *Abeille* : M. CHAUVIN, Directeur de la Station de Recherches apicoles de Bures-sur-Yvette.

Série D. — *Zootехnie* : M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche Agronomique,
M. A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits végétaux,

M. MOCQUOT, Directeur de la Station centrale de Technologie des produits animaux.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e. Tél. INV 41.09.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1960

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE	40 NF	46 NF	8 NF
SÉRIE A bis. — PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE	15 NF	19 NF	5 NF
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES	26 NF	30 NF	8 NF
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES	26 NF	30 NF	8 NF
SÉRIE C bis. — ABEILLE	18 NF	21 NF	6 NF
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE	26 NF	30 NF	8 NF
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE	26 NF	30 NF	8 NF

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 0,40 NF en timbres-postes.

Les demandes d'abonnement doivent être adressées au Réditeur des Publications de l'Institut National de la Recherche Agronomique, 149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e. C. C. P. : PARIS, 9064-43. Elles peuvent être également souscrites par l'intermédiaire de libraires dans les conditions habituelles.

TABLE DES MATIÈRES

SUTIC (D.). — Élimination des réactions non spécifiques au cours du diagnostic sérologique des virus de la Tomate...	145
GUYOT (L.) et MASSENOT (M.). — Observations et expérimentations sur la Rouille noire des céréales et des graminées au cours des années 1957 et 1958	153
BIGOT (Cl.). — Observations sur <i>Gloeosporium fructigenum</i> BERK et sur deux parasites, responsables de pourritures de Pommes en cours de conservation.....	183
ANSELME (C.). — Recherches sur le Pasmo des Lins à huile.....	201
GUILLEMET (J.) et BIGOT (C.). — Microflore fongique d'un sol du Puy-de-Dôme et de la rhizosphère de l'Ail. Incidence du traitement des cayeux contre <i>Sclerotium cepivorum</i> BERK sur cette microflore	217
MOLOT (F.). — Un nouvel <i>Helminthosporium</i> sur maïs dans le Bassin parisien. Étude mycologique.....	251
CHRONIQUE DES LIVRES	257
